

VAATIMUSTENHALLINNAN OPAS

Jyri Kosola



Vaatimustenhallinnan opas

Jyri Kosola

Maanpuolustuskorkeakoulu

Sotatekniikan laitos

Julkaisusarja 5

No 12



Maanpuolustuskorkeakoulu

Helsinki 2013

Teoksen osittainenkin kopiointi ilman tekijänoikeudenhaltijan lupaa on kielletty.

Tekstiä, kaavioita ja kuvia saa vapaasti käyttää puolustusvoimien tarkoituksiin.

Tekstiä, kuvia tai piirroksia lainattaessa lähde on mainittava.

Kannen kuva Jyri Kosola

Maanpuolustuskorkeakoulu
Helsinki 2013

ISSN-L 1796-427X,
ISSN 1796-427X (painettu)
ISSN 2242-7651 (verkkojulkaisu)
ISBN 978-951-25-2453-2 (nid.)
ISBN 978-951-25-2454-9 (PDF)

Juvenes Print
Tampere 2013

ESIPUHE

Tämä vaatimustenhallinnan opas on jatkoa alun perin vuonna 2004 julkaistuun käsi-kirjaan *vaatimustenhallinnan soveltaminen puolustusvoimissa*. Siinä missä tuolloin julkaistu teos käsittelee perinpohjaisesti ennen kaikkea materiaalihankintojen vaatimusten hallintaa, tässä kirjassa vaatimustenhallintaa tarkastellaan koko puolustusjärjestelmän ja kaikkien suorituskyvyn osa-alueiden kannalta. Laajempi tarkastelunäkökulma ei mahdollista teknisten asioiden käsittelyä niin laajasti kuin tuossa aiemmassa teoksessa. Sen vuoksi nämä kaksi kirjaa ovat toisiaan täydentäviä, eivät korvaavia.

Tässä kirjassa on huomioitu puolustusvoimien vuosina 2012-13 kehitetty suorituskyvyn käsitelmä ja luotu puolustusjärjestelmärakenne sekä 2010-luvulla suorituskyvyn suunnittelu- ja rakentamisprosesseissa tapahtunut kehitys.

Opas perustuu vaatimustenhallinnan teoriaan, käytännön havaintoihin ja kokemuksiin. Kirjassa on hyödynnetty kehittämisohjelmien, hankkeiden ja hankintatoiminnan auditoinneissa saatuja havaintoja sekä INCOSEn (International Council On Systems Engineering), FINSEn (Finnish Systems Engineering Association), IEEE:n (Institute of Electronics and Electrical Engineers) ja Yhdysvaltain puolustusalan teollisuuden (NDIA, National Defense Industry Association) kokemuksia sotilaallisen suorituskyvyn kehittämisen menetelmistä ja niiden soveltamisesta käytäntöön.

Lukemisen helpottamiseksi olen pyrkinyt kuvaamaan asioita mahdollisimman yleistajuisesti ja konkreettisesti sekä välttänyt viitteitä, vaikeita sanoja ja kiemuraisia ilmaisuja vilisevää tieteellistä kirjoitustyyliä. Halusin myös tehdä tästä kirjasta mahdollisimman lyhyen, jotta lukija jaksaisi kahlata koko teoksen läpi.

Tässä oppaassa kuvataan vaatimustenhallinnan parhaiksi koettuja ja toimiviksi todettuja käytäntöjä, joita on osattava *soveltaa* kulloinkin käsillä olevaan tehtävään. Tämä kirja ei ole ohjesääntö eikä järjen korvike. Kirjassa esitettävät toimintatavat eivät ole ainoita oikeita, vaikka perustuvatkin eri tahojen kokemuksiin. Kirjan tavoitteena on kehittää ajattelua ja lukijan kykyä ymmärtää miten tässä esitettyjä asioita on tarkoituksenmukaista soveltaa kulloinkin käsillä olevaan tehtävään.

Haluan kiittää kaikkia kirjaan vaikuttaneita henkilöitä, erityisesti diplomi-insinööri Aleksi Päiväläistä, insinöörimajuri Jouni Koivistoa, everstiluutnantti Mikko Lappalasta ja majuri Arto Hirvelää.

Ylöjärvellä 13.3.2013

Jyri Kosola

SISÄLLYS

1. VAATIMUSTENHALLINAN PELIKENTTÄ	1
1.1 KIRJAN TARKOITUS JA SISÄLTÖ.....	1
1.2 VAATIMUSTENHALLINNAN TOIMINTAKENTTÄ	2
2. VAATIMUSTEN OMINAISUUDET.....	6
2.1 VAATIMUS TARPEEN VÄLITTÄJÄNÄ	6
2.2 VAATIMUKSEN YKSILÖINTI.....	7
2.3 VAATIMUKSEN ESITTÄJÄ JA OMISTAJA	9
2.4 VAATIMUKSEN LIITYNNÄT	9
2.5 VAATIMUKSEN SISÄLTÖ	11
2.6 VAATIMUKSEN PERUSTELU	17
2.7 VAATIMUKSEN LAATU	18
3. VAATIMUSTENHALLINNAN MENETELMÄT	21
3.1 SIDOSRYHMIEN HALLINTA	21
3.2 VAATIMUSTEN KOKOAMINEN	29
3.3 VAATIMUSTEN JOHTAMINEN.....	40
3.4 VAATIMUSTEN DOKUMENTOINTI	40
3.5 VAATIMUSTEN ANALYSOINTI.....	48
3.6 VAATIMUSTEN VALIDOINTI.....	54
3.7 MUUTOSTENHALLINTA.....	54
3.8 TÄYTTÄMISEN VALVONTA	57
4. VAATIMUSTENHALLINTAA TUKEVAT MENETELMÄT.....	62
4.1 VAATIMUSTENHALLINNAN SOVELTAMISESSA TARVITTAVAT APUVÄLINEET	62
4.2 SKENAARIOT	63
4.3 KONSEPTIT JA KÄYTTÖTAPAUKSET	64
4.4 ARKKITEHTUURIT.....	65
5. SOTILAALLISELLE SUORITUSKYVYLLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET	68
5.1 SUORITUSKYVYN KÄSITEMALLI	68
5.2 PUOLUSTUSJÄRJESTELMÄ	96
5.3 VAATIMUSTEN LIITYNTÄ PROSESSEIHIN	98
LIITTEET	100
LIITE 1: KÄSITTEET JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT.....	101
LIITE 2: SUORITUSKYVYN KYVYKKYYSALUEET	105
LIITE 3: ESIMERKKI VAATIMUKSISTA SUORITUSKYKYPROSESSEISSA	112

1. VAATIMUSTENHALLINNAN PELIKENTTÄ

1.1 KIRJAN TARKOITUS JA SISÄLTÖ

Tämän oppaan tavoitteena on omalta osaltaan luoda edellytyksiä sotilaallisen suorituskyvyn ammattimaiselle ja systemaattiselle hallinnalle kuvaamalla millaisin vaatimuksin suorituskykyä voidaan suunnitella, rakentaa ja ylläpitää. Kirjan ohjeita soveltamalla voidaan varmistua siitä, että vaatimuksissa osataan huomioida kattavasti eri tahojen tarpeet ja odotukset, että vaatimukset kirjataan laadukkaasti ja että vaatimuksia kehitetään ja muutetaan hallitusti. Tämä kirja on nimenomaan ohje, joka opastaa käyttämään parhaita käytäntöjä, eikä suinkaan normi, joka velvoittaa tekemään asioita tietyllä tavalla.



Kuva 1: Kirjassa esitetään vaatimustenhallinnan yleispätevät periaatteet ja kaikkiin käyttötilanteisiin sopivat menetelmät sekä kuvataan niiden soveltaminen sotilaallisen suorituskyvyn hallinnassa.

Ohje on jaettu viiteen osaan. Johdanto-osassa tuodaan esiin vaatimustenhallinnan tärkeyttä ja roolia. Toinen osa käsittelee vaatimusten yleisiä ominaisuuksia, kuten vaatimuksen rakennetta sekä hyvien vaatimusten ominaisuuksia. Kolmannessa osassa käsitellään erilaisia vaatimustenhallinnassa tarvittavia menetelmiä. Neljännessä osassa kuvataan vaatimusten tehokkaan hallinnan kannalta tarpeellisia vaatimustenhallintaa tukevia menetelmiä, jotka kuitenkin eivät ole osa vaatimustenhallintaa. Kirjan viidennessä, luvussa kuvataan millaisia vaatimukset ovat sotilaallisessa toimintaympäristössä. Kirjan neljä ensimmäistä lukua ovat täysin yleispäteviä mihin tahansa toimintaympäristöön ja viimeisenkin luvun asian käsittely on hyvin sovellettavissa muuhunkin kuin sotilaallisen suorituskyvyn vaatimusten hallintaan.

Kirjassa ei käsitellä strategisen suunnittelun prosessia sen paremmin kuin kehittämisohjelma-, hanke- tai hankintaprosessejakaan.

Projektinhallinnan menetelmien tunteminen helpottaa tämän oppaan lukemista, sillä vaatimustenhallinnalla on monia liityntöjä projektinhallintaan. Onkin suositeltavaa, että lukija perehtyy tämän oppaan lisäksi myös *Puolustusvoimien projektiohjeeseen*

1.2 VAATIMUSTENHALLINNAN TOIMINTAKENTTÄ

1.2.1 Vaatimustenhallinta organisaation toiminnassa

Vaatimustenhallinta on yksi monista menetelmistä, joita tarvitaan minkä tahansa asian kehittämiseen. Vaatimustenhallinta luo mahdollisuuden määrittää selkeästi ja loogisesti mitä ollaan tavoittelemassa sekä viestiä mistä tekemisessä on perimmiltään kyse. Systemaattisen vaatimustenhallinnan avulla tämä viesti välittyy luotettavasti toimijalta toiselle läpi koko toimintakerjun.

Vaatus on ilmaisu, joka kuvaa asiakkaan tahtoa liittyen liiketoiminnan, suorituskyvyn, organisaation, tuotteen tai palvelun ominaisuuksiin.

Vaatimustenhallinta varmistaa, että vaatimukset kyetään keräämään kaikilta tarpeellisilta tahoilta sekä hallitsemaan luotettavasti organisaation prosesseissa. Toimivalla vaatimustenhallinnalla mahdollistetaan toimintavapaus kullekin työvaiheelle ja luodaan edellytykset kustannustehokkaille ratkaisuille.

Vaatimustenhallinnan lisäksi tarvittavia menetelmiä ovat elinjakson hallinta ja tehtävän hallinta. Lisäksi järjestelmien ja joukkojen suunnitteluun ja kehittämiseen tarvitaan systeemisuunnittelumenetelmiä. Elinjakson hallinta käsittää elinjakson suunnittelun, elinjaksoon liittyvien päätösten tekemisen ja päätöksentekopisteiden suunnittelun, päätöksiin liittyvien tietojen kokoamisen erilaisin menetelmin, kuten auditoinnein sekä elinjaksokustannusten laskennan ja hallinnan. Tehtävän hallinta käsittää esimerkiksi kehittämisohjelmien hankesalkun hallinnan ja projektinhallinnan menetelmät.

Systeemisuunnitteluun kuuluu joukko erilaisia teknisiä ja toiminnallisia menetelmiä, kuten skenaarioiden ja käyttötilanteiden kuvaaminen, erilaisten konseptien laadinta, kehitettävän ratkaisun tekninen suunnittelu sekä tuotannon ohjaus ja valvonta ja tuotetun ratkaisun testaus, evaluointi ja hyväksyminen. Tarvittavat suunnittelumenetelmät riippuvat luonnollisesti täysin siitä, minkä tyyppinen suunnittelu- ja kehittämistehtävä on kyseessä. Joissakin tapauksissa tarvitaan edellä mainittujen lisäksi esimerkiksi luotettavuusanalyysiä, joissakin systeemimallinnusta ja simulointikykyä, joissakin taas arkkitehtuurin hallintaa.

Yleiskäyttöiset menetelmät



Sotilaallinen toimintaympäristö

Suorituskyvyn käsite



Suorituskyvyn elinjakson vaihemalli



Suorituskyvyn suunnittelun ja rakentamisen prosessit



Kuva 2: Vaatimustenhallinta on yksi keskeisistä yleiskäyttöisistä menetelmistä, joilla suorituskyvyn suunnittelua, kehittämistä ja ylläpitämistä hallitaan.

Sotilaallisen suorituskyvyn käsite kuvaa mistä osista suorituskyky muodostuu ja millaisia ominaisuuksia sotilaallisella suorituskyvyllä on. Näille ominaisuuksille asetetaan suunnitteluprosesseissa vaatimuksia, joita sitten rakentamisprosesseissa pyritään täyttämään. Kehittämistä hallitaan jakamalla suorituskyvyn elinjakso vaiheisiin ja sijoittamalla tarkastelu- ja päätöksentekopisteitä vaiheiden väleihin.

Vaatimustenhallinta on yleiskäyttöinen menetelmä, jota voidaan käyttää hyvin erilaisen tehtävien hallintaan. Sen avulla tehtävän antaja voi viestittää tehtävän suorittajille mitä hän haluaa työssä saatavan aikaiseksi ja miten se tulee tehdä. Samalla tehtävän suorittaja saa selkeät perusteet työn suunnittelulle, riittävän toimintavapauden erilaisten toteutusvaihtoehtojen ideoinnille sekä kriteerit parhaimman vaihtoehdon valinnalle. Selkeät vaatimukset mahdollistavat myös tehokkaan tehtävän toteuttamisen valvonnan ja ohjauksen. Kun on selvästi määritelty mitä tehtävässä piti saada aikaiseksi ja miten se piti tehdä, voidaan objektiivisesti tarkastella saavutettiin ko tehtävässä sille asetetut tavoitteet. Yleiskäyttöisenä menetelmänä vaatimustenhallintaa voidaan käyttää apuna

kaikessa johtamisessa, suunnittelussa ja toiminnan ohjauksessa riippumatta organisaatiotasosta tai tarkasteltavasta asiasta. Vaatimustenhallinta on nimenomaan johtamisen apuväline, jota voidaan soveltaa organisaatioiden, järjestelmien, palveluiden, toiminnan, hallinnon tai minkä tahansa asian kehittämiseen tai ohjaukseen.

Esimerkkejä vaatimustenhallinnan sovelluskohteista puolustusvoimissa:

- strateginen suunnittelu: puolustusvoimien tavoitetilan määrittäminen
- kehittämisohjelmat: suorituskykytavoitteiden kuvaaminen, vaihtoehtoisten konseptien vertailu
- hankkeet: suorituskyvyn hallittu suunnittelu ja rakentaminen
- materiaalin hankinta: tilattavat tuotteen yksikäsitteinen määrittäminen ja sopiminen, toimitusviivästysten ja muiden riskien ennakoiva hallinta
- turvallinen luopuminen materiaalista ja alueista
- henkilöstön rekrytointi: suorituskykyä tuottavan henkilöstön kustannustietoinen valinta
- taktiikan kehittäminen, operaation toiminta-ajatuksen kuvaaminen, vaatimukset aselajeille
- henkilöstön koulutuksen suunnittelu ja valvonta
- sotavarustuksen kustannustehokas ylläpito ja sodan ajan käytettävyyden varmistaminen
- organisaatioiden sekä niiden hallinnon ja toiminnan kehittäminen

Vaatimustenhallintaa hyödynnetään usein vain sotilaallisen suorituskyvyn tavoitteiden määrittämisessä, suorituskyvyn kehittämisen suunnittelussa sekä joukkojen ja järjestelmien rakentamisen hallinnassa, vaikka se olisi erittäin tehokas apuväline myös organisaatioiden ja hallinnon kehittämisessä.

1.3 Vaatimustenhallinnan tärkeys ja vaikeus

Kehittämisohjelmien ja hankkeiden ongelmien taustalla on hanke- ja hankintatoiminnan auditointiraporttien perusteella usein huonosti hoidettu vaatimusten hallinta. Kirjoittajan kokemusten sekä Puolustusvoimien Materiaalilaitoksen 2000-luvun puolivälissä tekemien analyysien perusteella hankkeiden ja hankintaprojektien viivästyksiset ja muut ongelmat olisivat olleet ennakoitavissa 1-2 vuotta ennen niiden ilmentymistä tarkastelemalla vaatimusten hallinnan laatua. Tätä taustaa vasten onkin kummallista, että ongelmat tulevat hankintayksikön, hankepäällikön tai kehittämisohjelmien tietoon vasta kun ne ovat jo aiheuttaneet aikataulujen tai kustannusten ylityksiä, tai kun joudutaan tekemään päätöksiä tavoitetason laskemisesta sekä resurssien lisäämisestä hankkeelle. Yhdysvaltain puolustusministeriö arvioi vuonna 2010 heikkolaatuisten vaatimusten johtaneen lukuisiin budjettien ja hankeaikataulujen ylityksiin.

Vaatimustenhallinnan osaamispuutteiden vuoksi järjestelmille myös asetetaan liiallisia vaatimuksia, mikä johtaa vaatimusten ”ryömimiseen”, joka johtaa tarpeettoman monimutkaisten ja siten kalliiden järjestelmien hankintaan.

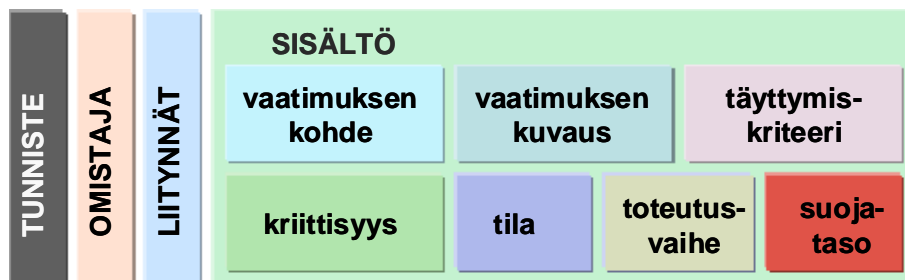
Vaatimustenhallinnalla voidaan luoda yhtenäinen näkemys kaikille työhön osallistuville siitä, mitä varten esimerkiksi kehittämisohjelma, hanke tai projekti on olemassa ja mitä sillä pitää saada aikaan. Organisaation johdolle vaatimustenhallinta mahdollistaa liiketoiminnan strategisen kehittämisen. Keskijohdolle se on organisaation tietämyksen johtamista sekä kehittämisohjelmien hallittua ohjaamista tarjoamalla työkalu organisaatiolle asetettavien vaatimusten määrittämiseen, yhdenmukaiseen dokumentointiin ja työn etenemisen vertaamiseen asetettuihin tavoitteisiin nähden. Asiantuntijoille se mahdollistaa systemaattisen ongelmanratkaisun ilman tarvetta arvuutella asiakkaiden ja muiden sidosryhmien tarpeita, vaatimuksia, näkemyksiä ja sanomattomia toiveita. Vaatimustenhallinta on kaikilla tasoilla myös ihmisten käyttäytymisen ja osaamisen, kommunikoinnin ja viestinnän kehittämistä sekä toimintaympäristön tunnistamista. ***Vaatimustenhallinta on siten nimenomaisesti informaation ja ihmisten toiminnan hallintaa.***

Edellä kuvatun perusteella voidaan ihmetellä miksi vaatimuksia sitten ei aina hallita systemaattisesti. Vastaus tähän on yksinkertainen: vaatimusten laadinta on vaativaa ja työlästä. Vaatimusten kirjoittaminen vaatii yllättävän suurta työpanosta, sillä niiden laatiminen on käytännössä huomattavasti vaikeampaa kuin vaikkapa tässä kirjassa esitetystä teoriasta voisi päätellä. Suuri työmäärä liittyy usein vielä puolustusjärjestelmän suunnittelun, kehittämisohjelman tai hankkeen sellaiseen vaiheeseen, jossa päättäjät haluaa työn etenevän nopeasti seuraavaan päätöksentekopisteeseen, tai ainakin pysyvän resurssien käytön suunnitteluprosessien asettamissa tiukoissa aikaraameissa. Kiire houkuttelee lyömään laimin varsinkin niitä osuuksia, joissa laiminlyönti näkyy vasta seuraavassa prosessivaiheessa.

2. VAATIMUSTEN OMINAISUUDET

2.1 VAATIMUS TARPEEN VÄLITTÄJÄNÄ

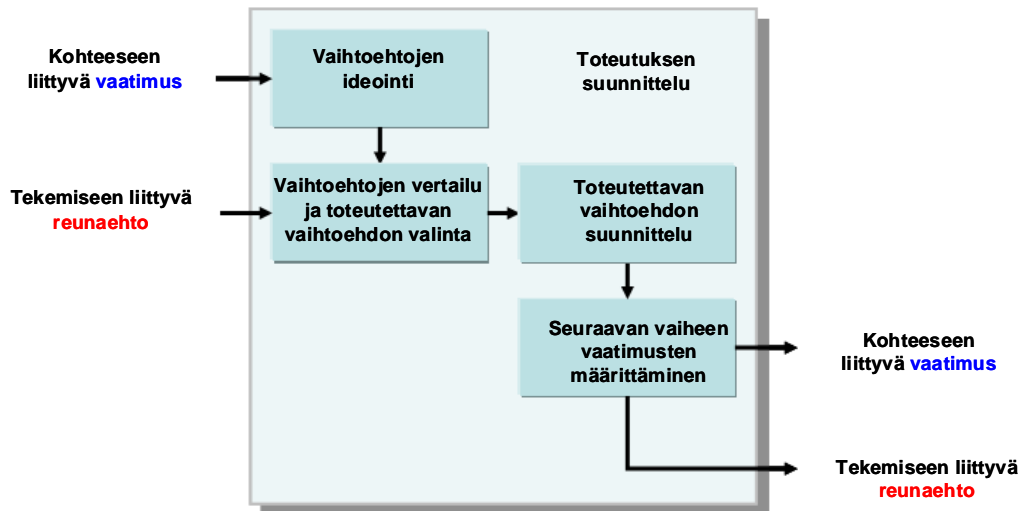
Vaatimusten perustehtävä on välittää yhden tahon ajatuksia hänen tarpeestaan toiselle taholle tämän tarpeen täyttämisen suunnittelun ja toimeenpanon perustaksi. Vaatimukset ovat siis ensisijaisesti viestinvälittäjiä ja kuvaavat tarvetta. Kuten myöhemmin tulemme huomaamaan, on ensiarvoisen tärkeää, että vaatimuksissa kuvataan nimenomaan tarvetta, ei toteutusta. Tarve voidaan täyttää monilla erilaisilla ratkaisulla eikä tarvetta ja ratkaisua saa sekoittaa keskenään. Erilaisilla ratkaisulla on erilaisia ominaisuuksia, kuten suoritusarvot, elinikä ja kustannukset, joten on eduksi ideoida useita vaihtoehtoisia ratkaisuja, joista sitten valitaan tarkoituksenmukaisin toteutettavaksi. Mikäli vaatimus on kuvattu siten, että se sisältää myös ratkaisun, kyseessä ei ole aito vaatimus, vaan toteutusta rajaava reunaehto. Reunaehtoja tulee käyttää hyvin harkiten, sillä ne voivat rajata tarkastelun ulkopuolelle myös hyviä ja toteuttamiskelpoisia vaihtoehtoja.



Kuva 3: Vaatimuksen rakenne.

On tietenkin selvää, että pelkillä vaatimuksilla ei voi synnyttää toimivaa ratkaisua, vaan se on myös suunniteltava. Vaatimustenhallinta tuleekin yhdistää ratkaisun suunnitteluun (Systems Engineering) siten, että yhden vaiheen tai hierarkkisesti etenevässä työssä yhden tason vaatimukset muodostavat toisen vaiheen suunnittelun perustan. Suunnittelussa ideoidaan vaihtoehtoja täyttää vaatimukset, valitaan kussakin tilanteessa tarkoituksenmukaisimmat ratkaisuvaihtoehdot ja määritetään vaatimukset seuraavan vaiheen työlle. Seuraavalla vaiheella on vapaus - ja jopa velvollisuus - ideoida millaisin suunnitteluratkaisuin edellisen vaiheen vaatimukset täyttyvät tarkoituksenmukaisimmin. Näin suunnittelutyö etenee vaihe vaiheelta siten, että edellisen tason vaatimukset muodostavat suunnittelun lähtökohdan seuraavalle tasolle, joka edelleen välittää suunnitelmansa toimivuuden kannalta tarpeelliset vaatimukset seuraavalle tasolle. Yhden vaiheen suunnitelmasta johdetaan seuraavan vaiheen vaatimuksena. Vaatimustenhallinta kuvaa säännöt ja menetelmät, joilla tämä ketju pidetään ehjänä ja jossa vaiheesta toiseen siirtyminen on mahdollista tehdä päätöksiin, joiden perusteet esitetään päättäjille.

Kussakin vaiheessa tarkoituksenmukaisimman vaihtoehdon valinta riippuu siitä, mitä seikkoja missäkin tilanteessa pidetään tärkeinä. Esimerkiksi aikataulu ja vaihtoehdon toteuttamiseen kuluva aika, budjetti ja vaihtoehdon kustannusvaikutus tai toteuttamiseen liittyvä riskitaso voivat vaikuttaa valintaan. Nämä toteutusta rajaavat reunaehdot tulevat yleensä tehtävän, prosessin tai projektin johdolta. Vaikka toteutusta rajaava reunaehtokin on luonteeltaan vaatimus, sitä kutsutaan reunaehdoksi erotukseksi toteutusriippumattomista vaatimuksista.



Kuva 4: Vaatimukset toimivat viestin välittäjinä työvaiheelta toiselle.

Projektilla voi olla yleisiä tekemiseen liittyviä reunaehtoja, kuten vaadittavat suunnittelu- tai testausmenetelmät tai turvallisuusnäkökohtien huomioiminen sekä vaiheittain tarkentuvia reunaehtoja, kuten paino- tai tehobudjetti tai sallittu aikataulu- tai kustannusvaikutus.

2.2 VAATIMUKSEN YKSILÖINTI

Jokaisella vaatimuksella tulee olla yksikäsitteinen ja ainutlaatuinen tunniste. Tällä tarkoitetaan sitä, että vaatimus on kyettävä tunnistamaan ja yksilöimään siten, että tunnisteesta tiedetään mihin vaatimukseen viitataan eikä ole mahdollista, että kahdella tai useammalla vaatimuksella olisi sama tunniste. Vaatimuksen yksilöivä tunniste voi olla esimerkiksi juokseva numero tai kirjainyhdistelmä taikka vaatimusrakenteen mukaan määräytyvä numerosarja, esimerkiksi vaatimusdokumentin luvuittain, kappalettain ja riveittäin määräytyvä numero tai kirjainyhdistelmä.

	KOKO JÄRJESTELMÄ	OSAJÄRJESTELMÄ A	OSAJÄRJESTELMÄ B
1 YMPÄRISTÖVAATIMUS	VAATIMUS S1-1 VAATIMUS S1-2 VAATIMUS S1-3	VAATIMUS A1-1 VAATIMUS A1-2 VAATIMUS A1-3	VAATIMUS B1-1 VAATIMUS B1-2 VAATIMUS B1-3
2. TOIMINNALLINEN VAATIMUS	VAATIMUS S2-1 VAATIMUS S2-2 VAATIMUS S2-3	VAATIMUS A2-1 VAATIMUS A2-2 VAATIMUS A2-3	VAATIMUS B2-1 VAATIMUS B2-2 VAATIMUS B2-3
3. EI-TOIMINNALLINEN VAATIMUS	VAATIMUS S3-1 VAATIMUS S3-2 VAATIMUS S3-3	VAATIMUS A3-1 VAATIMUS A3-2 VAATIMUS A3-3	VAATIMUS B3-1 VAATIMUS B3-2 VAATIMUS B3-3

Kuva 5: Esimerkki vaatimustunnisteiden jakamisesta hierarkiatasoittain ja kategorioittain

Vaikka juokseva numero yksilöikin vaatimukset tehokkaasti, siitä on vaikea hahmottaa mikä on vaatimuksen asema tarkasteltavasta kokonaisuudessa. Tämän vuoksi juoksevaa numeroa tulisi käyttää vain hyvin pienen vaatimusmäärän yksilöimiseen. Käytäntö on osoittanut, että projektinhallinnan kannalta on hyvä, jos vaatimuksen tunnisteesta kykenee jotenkin hahmottamaan mihin kategoriaan tai mille hierarkiatasolle se kuuluu. Siten vaatimusten tunnisteiden jakaminen hierarkkisesti on perusteltua useimmissa projekteissa.

Esimerkkejä erilaisista tavoista yksilöidä vaatimuksia

Juokseva numerointi	Numerointi tasoittain	Suorituskykyalueittain
1. vaatimus X	1. Helikopterijärjestelmä	1. Johtaminen
2. vaatimus X	1.1 vaatimus X	1.1 Arvion tuottaminen
3. vaatimus X	1.2 vaatimus X	1.1.1 vaatimus X
4. vaatimus X	2. Ilma-alus	1.1.2 vaatimus X
	2.1 vaatimus X	1.2 Hälytysten antaminen
	2.2 vaatimus X	1.2.1 vaatimus X
	3. Moottori ja voimansiirto	1.2.2 vaatimus X
	3.1 vaatimus X	2. Vaikuttaminen
	3.2 vaatimus X	2.1 Siirtyminen
		2.1.1 vaatimus X
		2.1.2 vaatimus X
		2.2 taisteluliike
		2.2.1 vaatimus X
		2.2.2 vaatimus X

Vaatimusten tunnisteiden ainutlaatuisuus tarkoittaa myös sitä, että **kerran annettua tunnistetta ei saa käyttää uudelleen**, ei edes silloin kun vaatimus, johon se on viitannut, poistetaan. Mikäli syntyy tarve poistaa vaatimus, sen sisällöksi merkitään ”poistettu”, mutta vaatimuksen tunniste jää käytetyksi. Tällä vähennetään sekaannusten riskiä projekteissa.

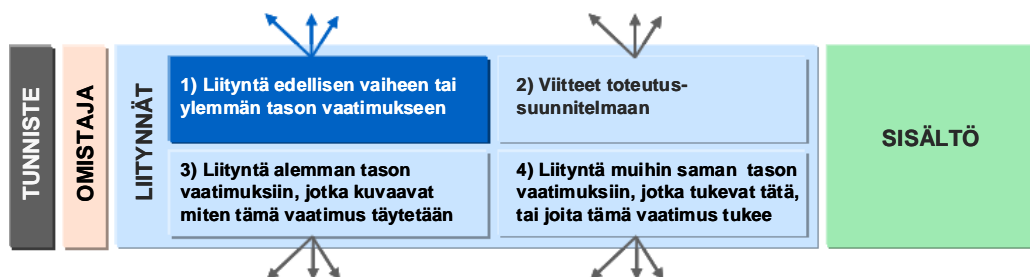
2.3 VAATIMUKSEN ESITTÄJÄ JA OMISTAJA

Jokaisella vaatimuksella tulee olla omistaja. Vaatimuksen omistaja on taho, jolla on oikeus määrittellä vaatimuksen sisältö ja hyväksyä vaatimuksen muutokset. Käytännössä vaatimuksen omistaa yleensä se, joka rahoittaa vaatimuksen toteuttamisen, tai jolle muutoin on annettu asiassa ohjausrooli. Vaatimuksen omistajan velvollisuutena on huomioida vaatimuksen vaikutukset elinjakso kustannuksiin, suorituskykyyn ja muihin ominaisuuksiin.

Vaatimuksen voi esittää kuka tahansa taho, jolta vaatimuksia kerätään. Esittäjästä ei kuitenkaan aina tule vaatimuksen omistajaa. Kaikille vaatimusdokumentaatioon mukaan otettaville vaatimuksille on löydettävä omistaja. Jos esitetylle vaatimukselle ei voida määrittää omistajaa, esitetty vaatimus kirjataan esitetyksi ja hylätään jatkokäsittelystä. Vaatimuksen esittäjä voidaan kirjata siltä varalta, että esitettyä vaatimusta tarvitsee tarkentaa. Kun vaatimuksen omistaja on määritelty, vaatimuksen esittäjällä ei yleensä ole merkitystä.

2.4 VAATIMUKSEN LIITYNNÄT

Kaikilla vaatimuksilla on sama yleinen rakenne. Ne koostuvat vaatimuksen kuvaavasta sisällöstä sekä vaatimuksen roolin ja aseman määrittävästä liitynnästä hankkeeseen, projektiin tai tekemisen kohteeseen. Liitynnät voivat olla esimerkiksi viittauksia asiakirjoihin tai toisiin vaatimuksiin tai tietojärjestelmälinkkejä.



Kuva 6: Vaatimukset koostuvat varsinaisesta sisällöstä sekä vaatimuksen kokonaisuuteen liittävistä liitynnöistä.

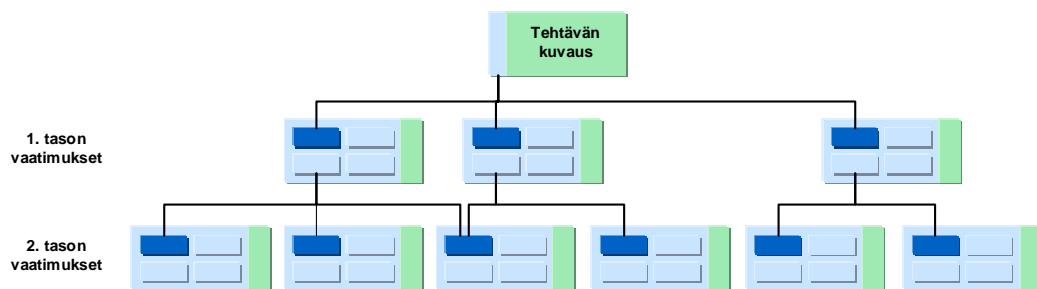
Jokaisella vaatimuksella tulee olla liityntä edelliseen vaiheeseen tai ylempään suunnittelutasoon. Tämä on vaatimuksen olemassaolon oikeutus. Jos vaatimusta ei voida liittää mihinkään edellisessä suunnitteluvaiheessa tai ylemmällä suunnitelmatasolla tehtyyn ratkaisuun, se ei todennäköisesti perustu mihinkään. Mihinkään perustumaton vaatimus on joko tarpeeton, itse matkan varrella keksitty, tai sitten se vihjaa puutteelliseen tai virheelliseen suunnitteluun edellisessä työvaiheessa. Mihinkään liittymätön vaatimus on selkeä viesti ongelmista. On kuitenkin selvää, ettei ketju voi jatkua loputtomiin. Ensimmäiset vaatimukset, joihin koko työ perustuu, tulee kuitenkin liittää

tehtävän perusteisiin, kuten organisaation tehtävään tai strategiaan taikka tehtävän toimeksiantoon.

Vaatimukset syntyvät suunnitteluprosessissa, jossa kuvataan miten edellisen tason vaatimukset täytetään tarkoituksenmukaisimmin. Joissakin tilanteissa vaatimuksen ymmärtämisen kannalta on välttämätöntä hahmottaa vaatimuksen liityntä näihin suunnitelmiin. Tällaisia vaatimukset kokonaisuuteen liittäviä suunnitelmia ovat esimerkiksi toiminta-ajatus, käyttötapauskuvaus, toteutuskonsepti, järjestelmäarkkitehtuuri tai palvelukuvaus. Koska ne eivät ole vaatimusdokumentteja, vaan toteutussuunnitelmia, niissä ei kuvata vaatimuksia, vaikka ne liittävätkin vaatimukset kokonaisuuteen. On huomattava, että vaatimuksella voi olla liityntä kaikkiin mahdollisiin käyttötapauskuvauksiin^a tai vain osaan niistä. Jos vaatimus liittyy vain osaan käyttötapauksista, se ei ole voimassa kaikissa tilanteissa. Tällaisessa tapauksessa on toisaalta vaara ylispesifioida ratkaisu ja toisaalta mahdollisuus hakea kustannustehokasta ratkaisua huomioimalla, että kokonaisuutena vaatimukset eivät olekaan yksittäisten vaatimusten summa, vaan vähempikin riittäisi kelvolliseksi ratkaisuksi.

Vaatimuksessa voi olla kuvattuna myös liityntä alemman tason tai seuraavan suunnitteluvaiheen vaatimuksiin, jotka yhdessä täyttävät tätä vaatimusta. Tällöin vaatimuksista nähdään sekä mihin se perustuu että mitä siitä seuraa. Tällä voi olla tärkeä merkitys arvioitaessa vaatimuksen seurannaisvaikutuksia työn aikataululle tai kustannuksille. Varsinkin laajoissa tai monimutkaisissa projekteissa pitäisi syy-seuraus-suhteita pystyä arvioimaan seuraamalla vaatimusten välisiä liityntöjä.

Vaatimuksilla on usein myös sidoksia muihin samantasoisiiin vaatimuksiin, joita ne tukevat, tai joista ne riippuvat. Mikäli vaatimuksella on tällaisia liityntöjä, ne tulisi sisällyttää vaatimuksen liityntöjen kuvaukseen. Rinnakkaisliityntöjen tekemisessä on kuitenkin oltava hyvin varovainen, sillä ne voivat johtaa silmukkaan, jossa yksi vaatimus johtaa toiseen, joka taas ketjun kautta johtaa alkuperäiseen vaatimukseen. Tämä voi johtaa epätarkoituksenmukaiseen lopputulokseen.



Kuva 7: Toisiinsa liittyvät vaatimukset muodostavat verkkomaisen rakenteen.

Ideaalitilanteessa vaatimukset muodostava puumaisen rakenteen, jossa jokainen vaatimus liittyy vain yhteen ylempään vaatimukseen. Tällaisen vaatimusrakenteen

^a Käyttötapauskuvauksia ja muita vaatimustenhallintaan liittyviä oheismenetelmiä käsitellään luvussa 4.

hallinta on helppoa. Käytännössä päädytään usein tilanteeseen, jossa jokin vaatimus täyttää useaa ylemmän tason vaatimusta eikä tämä ylempi taso välttämättä ole edellinen, vaan voi olla hyvinkin paljon korkeammalla vaatimushierarkiassa. Tällainen puurakenteen rikkova vaatimus voi olla vaikkapa ympäristövaatimus, jonka sisältö ei noudata muun vaatimusrakenteen suunnittelun vaiheistusta. Jonkin osan toiminnalliset vaatimukset voivat esimerkiksi muodostua ketjussa asema-laitteisto-laite-moduulikomponentti, kun taas ympäristöolosuhdevaatimus muodostuu ketjussa asema-ulko/sisätila-laitekuoren ulko/sisäpuoli. Tämä tekee puurakenteesta monimutkaisen.

2.5 VAATIMUKSEN SISÄLTÖ

Suppeimmillaan vaatimuksen sisältö kuvaa mihin vaatimus kohdistuu, mitä vaaditaan ja miten vaatimuksen täyttyminen todennetaan. Se mitä vaaditaan, on luonnollisesti aina tapauskohtaista, joten vaatimuksen kuvaus voi olla vapaamuotoinen sanallinen ilmaisu, matemaattinen kaava, tai jotain tältä väliltä. Olennaista on se, että vaatimuksen lukija ymmärtää siitä mitä kirjoittaja on halunnut toteutukselta vaatia. Toinen olennainen seikka on se, että vaatimuksen määrittämisen yhteydessä kuvataan myös miten vaatimuksen täyttyminen tullaan todentamaan. Tätä ei saa jättää myöhemmäksi tai siirtää esimerkiksi testaushenkilöstön määritettäväksi. Mikäli vaatimuksen kirjoitushetkellä ei kyetä määrittämään miten arvioidaan täyttääkö toteutus asetetun vaatimuksen, on hyvin todennäköistä, että vaatimuksen kirjoittaja ei tiedä mitä on vaatimassa. Hän ei joko tunne käsiteltävää aluetta tai ei ole kyennyt tunnistamaan oikeata vaatimusta.

Vaatimus sisältää usein myös projektinhallinnan kannalta tarpeellisia tai jopa välttämättömiä kuvauksia. Tällaisia ovat esimerkiksi vaatimuksen kriittisyys tai tärkeys projektin onnistumisen kannalta, vaatimuksen tila ja toteutusvaihe sekä suojataso. Kaikki vaatimukset eivät voi olla tärkeitä, joten projektissa väistämättä eteen tulevien kompromissien ja vaihtoehtojen valinnan kannalta on välttämätöntä tunnistaa mitkä vaatimukset ovat tärkeämpiä kuin toiset.

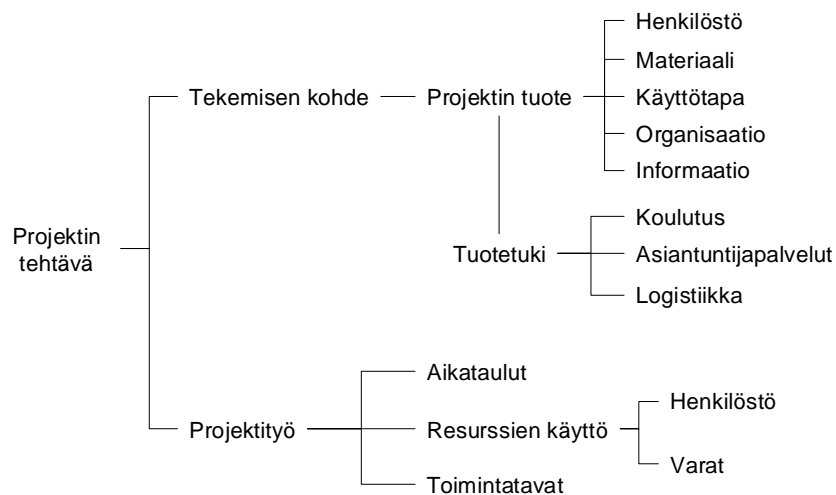
2.5.1 Vaatimusten kohteet

Erilaisilla *asioilla on ominaisuuksia, joihin kohdistetaan vaatimuksia*. Vaatimusten kohteet riippuvat siitä, minkälaisesta asiasta on kyse. Esimerkiksi toiminnan kehittämisessä vaatimukset ovat hyvin erilaisia kuin vaikkapa rakennusprojektissa. Vaatimusten kohteiden huolellinen miettiminen ennen vaatimusten määrittämistä on kuitenkin äärimmäisen tärkeätä, jotta vaatimusdokumentaatiosta tulee looginen ja helposti ymmärrettävä. Tällä puolestaan on suuri merkitys projektin riskitason kannalta. Vaatimusten kohteiden määrittäminen edellyttää projektitehtävän analysointia; on mietittävä mitä ollaan tekemässä ja määritettävä tehtäväkokonaisuudelle hierarkkinen malli. Kuvassa 8 on esitetty esimerkki tällaisesta mallista.

Vaatimuksen kohteena voi olla tekeminen (kehittämishohjelma, hanke, projekti...) tai sen tuloksena syntyvä lopputuote (joukko, järjestelmä, palvelu...).

Kaikille projekteille ja tekemiselle ylipäätään on yhteistä se, että osa työstä liittyy tekemiseen itseensä, siis projektityöhön, ja osa tekemisen kohteeseen, siis suoraan ja välillisesti projektin tuotteeseen. Siten vaatimuksetkin on syytä kohdentaa selkeästi erikseen tekemiseen ja tekemisen kohteeseen. Tekemiseen liittyviä vaatimuksia ovat esimerkiksi aikatauluihin, resursseihin ja toimintatapoihin liittyvät vaatimukset. Toimintatapoihin liittyvissä vaatimuksissa voidaan kuvata esimerkiksi kuvaavat millaisin katselmuksin, tarkastuksin, testein, arvioinnein, kenttäkokein, demonstraatioin sekä päätöksentekopistein projekti on toteutettava.

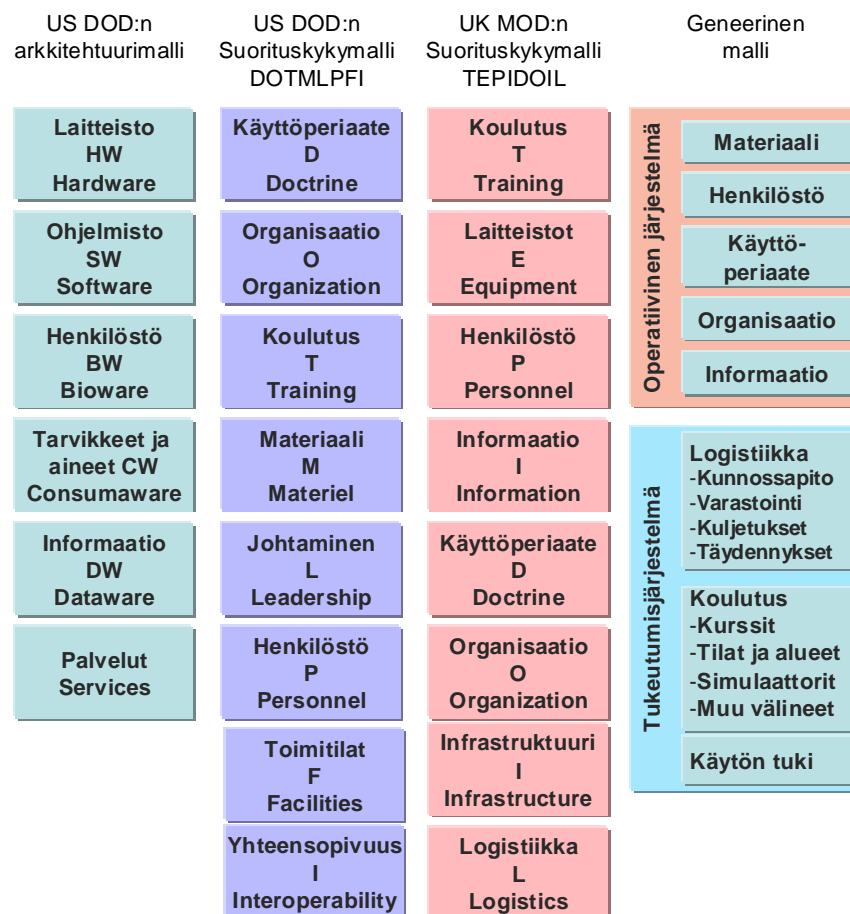
Tekemisen kohteeseen liittyy sekä suoria että epäsuoria vaatimuksia. Suoria vaatimuksia ovat esimerkiksi kehitettävään ratkaisuun kuuluvaan henkilöstöön, materiaaliin, käyttötapaan, organisaatioon ja informaatioon liittyvät vaatimukset. Kehitettävä ratkaisu puolestaan asettaa vaatimuksia siihen liittyville järjestelmille ja palveluille. Tällaisia ovat esimerkiksi kehitettävän ratkaisun kouluttamisen, asiantuntijatuuen ja logistiikan järjestäminen.



Kuva 8: Esimerkki siitä, millaisille asioille hankkeessa tai projektissa voidaan asettaa vaatimuksia.

Kuten edellä todettiin, mitään yleispätevää kaikkiin tapauksiin sopivaa mallia vaatimusten kohteiksi ei ole olemassa. Tässä kirjassa kuvataan kuitenkin sotilaallisen suorituskykyjen suunnitteluun ja kehittämiseen soveltuva vaatimusrakenne. Sekään ei ole ainoa mahdollinen, kuten kuvasta 9 voidaan havaita. Kuvassa on esitetty esimerkkejä vaatimusten kohteista. USAn puolustusministeriön (Department of Defence, DoD) järjestelmäarkkitehtuuri määrittää, että vaatimus voi kohdistua laitteistoon, ohjelmistoon, henkilöstöön, tarvikkeisiin ja tarveaineisiin, informaatioon tai palveluihin. US DoD:n suorituskykymalli taas määrittää vaatimusten kohteiksi käyttöperiaatteen,

organisaation, koulutuksen, materiaalin, johtamisen, toimitilat ja yhteensopivuuden. Sen englantilainen vastinparin, Ministry of Defencen (MoD) suorituskykymalli taas jakaa vaatimusten kohteet koulutukseen, varusteisiin, henkilöstöön, informaatioon, käyttöperiaatteeseen, organisaatioon, infrastruktuuriin ja logistiikkaan. On siis selvä, että vaatimusten kohdistuminen - siis se *miltä* jotain vaaditaan - riippuu täysin siitä *mitä* ollaan kehittämässä ja miten kehittämiskohdetta halutaan tarkastella. Sotilaallisen suorituskyvyn kehittämisessä vaatimusten kohteet ovat erilaisia kuin teknisen järjestelmän tai organisaation toiminnan kehittämisessä. Ainoata oikeata mallia ei tässäkään tapauksessa ole, vaan malli pitää määrittää tilanteen ja tarpeiden mukaisesti.



Kuva 9: Esimerkkejä vaatimusten kohdistumisesta.

Järjestelmien, toiminnan ja organisaatioiden kehittämisessä voidaan kuitenkin käyttää *geneeristä mallia*, joka lähtee *systeemiajattelusta*. Jokainen systeemi (järjestelmä tai asevoimien joukko) muodostuu materiaalisesta ja immateriaalisesta osasta. Materiaalinen osa muodostuu käytännössä elävistä ja ei-elävistä osista. Eläviä osia (bioware) voivat henkilöstön lisäksi olla myös systeemiin kuuluvat eläimet (esimerkiksi vartio-koira tai työhevonen) ja kasvit (esim. ruoan tai polttoaineen tuotanto). Materiaalia puolestaan ovat esimerkiksi laitteet ja koneet, rakennukset ja rakenteet sekä poltto- ja

voiteluaineet. Systeemin immateriaalisia osia ovat esimerkiksi käyttöperiaate, osien fyysinen ja toiminnallinen organisointi sekä systeemissä käsiteltävä ja varastoitava informaatio.

2.5.2 Vaatimuksen kuvaus

Vaatimuksen kuvaus on vapaamuotoinen. Tämä ei suinkaan tarkoita sitä, että mikä tahansa vapaamuotoinen sanaelma olisi vaatimus. Vaatimukset kirjoitetaan aktiivilausein imperatiivimuodossa: on tiedettävä minkä tai kenen on saavutettava mitäkin, esimerkiksi:

Tykin kantaman on oltava 20 kilometriä.

Osumistodennäköisyyden paikallaan olevaan pistemaaliin, joka sijaitsee 15 kilometrin päässä tykistä, tulee olla 75 %.

2.5.3 Vaatimuksen täyttymiskriteeri

Vaatimuksen täytyminen tai täyttämättä jääminen tulee voida todentaa yksikäsitteisesti. Täyttymiskriteeri on helppo määritellä, kun vaatimus koskee jotain konkreettista suoritusarvoa tai toteutuksen reunaehto. Tällöin kriteeri on usein osa vaatimuksen kuvausta. Yllä olevissa esimerkeissä kriteerinä on se, kantaako tykin ammus 20 kilometriä ja osuuko vähintään 75 % kranaateista tietyn kokoiseen maaliin, kun ammunta-etaisyys on 15 km. Täyttymiskriteerin määrittäminen on kuitenkin usein tätä vaikeampaa, varsinkin kun vaatimus käsittelee korkeamman tason ominaisuuksia. Esimerkiksi vaatimus:

Tykistöjärjestelmällä on kyettävä tuottamaan viholliselle 40 % tappiot.

on sinänsä selkeä, mutta sen täyttymiskriteerin määrittäminen on hankalaa, koska periaatteessa se edellyttäisi sotakokemuksia. On selvää, että vaatimusta täytyy tarkentaa kuvaamalla millaisin todellisuudessa mahdollisin kriteerein vaatimuksen täytyminen voidaan todentaa riittävän luotettavasti todentaa. Tykistöjärjestelmä-esimerkissä esimerkiksi seuraavasti:

Vaatimuksen täyttäminen todennetaan kymmenellä 48 laukauksen koeammunnalla, jossa 40 prosenttiin maalialueelle sijoitetuista 50 x 180 cm maalitauluista tulee saada osuma kranaatin sirpaleesta.

Täyttymiskriteerin kuvaaminen on tärkeätä senkin vuoksi, että sen avulla on mahdollista hahmottaa mitä vaatimuksen asettaja todellisuudessa haluaa saada aikaan. Esimerkin tapauksessa havaitaan, että vaatimuksen esittäjä haluaa vaikuttaa pehmeisiin maaleihin. Se ei käy ilmi yllä esitetystä vaatimuksesta, joka voisi edellyttää sitä, että kranaatti (eikä vain sen sirpale) osuu 40 % todennäköisyydellä maalialkioon.

2.5.4 Vaatimuksen kriittisyys

Puolustusvoimissa käytetään kolmeportaista vaatimusten kriittisyysmäärittystä. Kolmiportaaisen mallin on todettu aiheuttavan useampiportaista mallia vähemmän loogisia virheitä vaatimusten keskinäisessä priorisoinnissa.

Vaatimusten suositeltava kriittisyysjaottelu on:

1. ehdottomat (mandatory) tai kriittiset (critical) vaatimukset
2. tärkeitä (important) tai ensisijaiset (primary) vaatimukset
3. tarpeelliset (necessary) tai toissijaiset (secondary) vaatimukset

Projektinhallinnassa vaatimusten kriittisyyttä voidaan käyttää esimerkiksi siten, että toteutuksen on aina täytettävä kaikki kriittiset vaatimukset sekä jokin sovittu osuus (esimerkiksi 90 %) ensisijaisista vaatimuksista sekä jokin tätä pienempi osuus (esimerkiksi 75 %) toissijaisista vaatimuksista. Toinen mahdollisuus on vaatia, että toteutus täyttää kaikki sille asetetut vaatimukset, mutta mikäli vaatimukset ovat ristiriitaisia, tai asiakkaan tärkeäksi määrittämä reunaehto, kuten aikataulu, suorituskky, projektibudjetti tai elinjakso kustannukset sitä edellyttävät, kompromissia tulee hakea siten että ensisijaisesti kriittiset ja toissijaisesti ensisijaiset vaatimukset täyttyvät. Olennaista on se, ettei ratkaisua hylätä sen vuoksi, ettei se täytä kaikkia asetettuja vaatimuksia, jos täyttyneiden vaatimusten muodostama kokonaisuus olisi kuitenkin hyväksyttävissä. On huomattava, että hankintayksikön tulee määräysten mukaan hylätä tarjous, jos se ei täytä kaikkia kriittisiä vaatimuksia.



Kuva 10: Ilmatorjuntajärjestelmän tehtävänä on ampu alas lentokoneita. Tämän tehtävän täyttämiseen liittyvät vaatimukset ovat kriittisiä. (J. Kosola)

Kriittisiä vaatimuksia ei saa olla monta. Ollakseen todellisuudessa kriittisiä, niiden on oltava tehtävän kannalta kriittisiä (mission-critical requirement): jos vaatimusta ei saada täytettyä, ratkaisu ei kykene täyttämään tehtäväänsä. Esimerkiksi asejärjestelmän kriittiset vaatimukset ovat niitä, jotka täyttäessään se kykenee toteuttamaan annetun tulitehtävän. Tykinvetäjän kriittiset vaatimukset ovat ne, jotka täyttäessään se kykenee vetämään määrätyn painoisen tykin tuliasemasta toiseen. Tärkeitä vaatimuksia ovat esimerkiksi nopeus maantiellä ja maastossa, toissijaisia vaikkapa ilmastointilaitteen suorituskkyky. Ylispekseamisesta johtuvien tarpeettomien elinjaksokustannusten välttämiseksi kriittisiä vaatimuksia määritettäessä tulee ensisijaisesti miettiä järjestelmän operatiivista käyttöä. Useimmilla järjestelmillä se tarkoittaa ensisijaisesti kriisiajan käyttöä. Vaikka toimimaton valo estäisikin järjestelmän ajon maantiellä, se ei kuitenkaan ole sodan ajan operatiivisen käytön kannalta kriittinen. Edellä mainitun tykinvetäjän tapauksessa kriittistä on saada tykki liikkeelle maastossa ja tiellä.

Projektin onnistumisen kannalta on keskeisen tärkeätä, että ***kaikki henkilöt johtoryhmästä projektiryhmiin tuntevat kriittiset vaatimukset***, ymmärtävät miksi ne ovat kriittisiä ja mieltävät niiden täyttymisen muodostavan myös projektin onnistumisen kriteeristön. Tämän vuoksi hankkeen tai projektin johdon on kuvattava kriittiset vaatimukset ymmärrettävästi ja kommunikoitava ne selkeästi. Yksikäsitteistä ohjetta kriittisten vaatimusten tarkoituksenmukaiselle määrälle ei ole olemassa, mutta jos niitä on kovin monta, hankkeeseen osallistuvien ei voida enää olettaa muistavan niitä kaikkia.

Kriittisten vaatimusten täyttäminen määrittää pitkälti koko projektin onnistumisen tai epäonnistumisen. ***Kriittisten vaatimusten täyttäminen muodostaa siten kehittämishankelman, hankkeen tai projektin tärkeimmän kriittisen menestystekijän.***

2.5.5 Vaatimuksen tila

Vaatimuksen tila kuvaa vaatimuksen määrittelyn tai toteutuksen suunnittelun ja implementoinnin tilaa. Vaatimuksen tila voi olla esimerkiksi:

- | | |
|----------------|--|
| 0. Poistettu | Koska vaatimuksia ei tunnusteen ainutlaatuisuusvaatimuksen vuoksi voida poistaa, hylätty tai poistettu vaatimus merkitään poistetuksi, jolloin se jää olemaan, mutta sitä ei enää käytetä eikä siihen enää viitata. Lisäksi vaatimuskantaan tai -dokumenttiin poistettuna jäävä vaatimus pitää yllä tietoa siitä, että tällaista vaatimusta on joskus tarkasteltu ja se on hylätty, jos sitä jossain vaiheessa joku taas ehdottaa. |
| 1. Työn alla | Työn alla olevan vaatimuksen määrittäminen on vielä kesken. Vaatimuksen tarve on tunnistettu, mutta sen sisältöä ei vielä ole täysin kuvattu. |
| 2. Määritelty | Vaatimuksen sisältö on laadittu, mutta vaatimusta ei ole muodollisesti hyväksytty. |
| 3. Vahvistettu | Vaatimuksen sisältö on käsitelty, todettu asianmukaiseksi, hyväksytty ja vahvistettu käyttöön. |

4. Suunniteltu	Vaatimuksen toteuttaminen on suunniteltu.
5. Toteutettu	Vaatimuksen täyttävä ratkaisu on toteutettu.
6. Todennettu	Toteutus on evaluoitu ja tiedetään mihin ratkaisussa on päästy.
7. Hyväksytty	Ratkaisu täyttää hyväksymiskriteerit.
8. Hylätty	Ratkaisun ei täyty hyväksymiskriteereitä.

Vaatimuksen tilat 0-3 liittyvät vain vaatimukseen itseensä. Tilat 4-8 kuvaavat ratkaisun tilaa. Hylätystä tilasta voidaan palata tilaan 4, jos hylkäyksen perusteena on ollut suunnitteluvirhe ja vaatimuksen täyttäminen edellyttää toteutuksen uudelleen-suunnittelua, tai tilaan 5, jos hylkäys johtuu valmistusvirheestä.

Jotkut tahot käyttävät myös nimitystä myöhemmin määriteltävä (TBD - to-be-defined). On kuitenkin suositeltavaa käyttää sen sijaan nimitystä työn alla korostamaan sitä, ettei vaatimuksia voi vain jättää myöhempien työvaiheiden murheeksi, vaan ne ovat työlistalla odottamassa tekemistä. Edellisessä puolustusvoimien vaatimustenhallinnan ohjeessa käytettiin myös tilaa myöhemmin tarkistettava, mutta tätä ei suositella, koska kaikkia vaatimuksia on kyettävä ja osattava tarvittaessa tarkistaa.

2.5.6 Toteutusvaihe

Varsinkin laajoissa tai pitkissä projekteissa kaikkia vaatimuksia ei ole tarkoitus täyttää kerralla, vaan ratkaisun kehittäminen etenee vaiheittain. Tämän hallitsemiseksi vaatimuksessa voi olla tieto siitä missä projektin vaiheessa tai minä kalenteriajankohtana vaatimus tulee olla suunniteltu, toteutettu ja hyväksytty. Valitettavan usein törmätään siihen, että vaatimuksen kriittisyys ja toteutusvaihe on ymmärretty synonyymeiksi. On vaikea mieltää mistä on syntynyt ajatus siitä, että vaatimuksen kriittisyys (eli tärkeys) olisi suoraan sidoksissa toteutusjärjestyksen (eli projektin vaiheen, jolloin vaatimuksen implementointi on tarkoituksenmukaista) kanssa.

2.5.7 Suojataso

Mikäli projektissa käsitellään salassa pidettävää tietoa, tulee tämä huomioida myös vaatimustenhallinnassa. Vaatimukseen liitettävä suojataso mahdollistaa sen, ettei koko vaatimusdokumenttia tarvitse käsitellä korkeimman suojatason mukaisesti. Tämä helpottaa suuresti projektin läpivientiä ja auttaa samalla kaikkia huomaamaan mitkä ovat tärkeimmät salassa pidettävät seikat.

2.6 VAATIMUKSEN PERUSTELU

Vaatimukseen voidaan liittää myös sen perustelu. Vaatimuksen perustelu voi joissakin tilanteissa edesauttaa vaatimuksen ymmärtämistä. Hyvät vaatimukset ovat minimalisti-

sia, joten laajempi ja vapaamuotoisempi selostus siitä, miksi jotakin asiaa vaaditaan, saattaa edesauttaa oikeanlaisten johtopäätösten tekemistä siitä, miten vaatimus kannattaa täyttää ja mitä esitetystä vaatimuksesta seuraa. Perusteluista voi olla hyötyä myös silloin, kun vaatimusten kesken pitää tehdä kompromisseja tai jo hyväksyttyä vaatimusta pitää muuttaa. Perustelu on tärkeätä etenkin tilanteissa, joissa vaatimuksen olemassaolon tai sisällön peruste ei käy selkeästi ilmi viittauksesta johonkin toiseen vaatimukseen. Tällainen vaatimus voi olla johdettu suunnittelutyössä tai sen tarpeellisuus voi johtua useiden eri tekijöiden yhteisvaikutuksesta.

2.7 VAATIMUKSEN LAATU

Vaikka ”oikeata” vaatimuksen kuvausta ei vaatimusten erilaisuuden vuoksi voida määritellä, hyvillä vaatimuksilla on useita ominaisuuksia. Niistä tärkeimmät ovat:

1. Tarpeellisuus
2. Oikeellisuus
3. Ymmärrettävyys
4. Eksplisiittisyys
5. Yksikäsitteisyys
6. Ytimekkyys
7. Minimalistisuus
8. Kattavuus
9. Toteutusriippumattomuus
10. Ristiriidattomuus
11. Todennettavuus
12. Jäljitettävyys
13. Saavutettavuus

Tarpeellisuus tarkoittaa sitä, että vaatimus edustaa tuotteeseen tai prosessiin liittyvää välttämätöntä suorituskyyä, fyysistä ominaisuutta tai laatukriteeriä, jota ilman tuotteeseen tai prosessiin jää puute, jota ei voida kompensoida tuotteen tai prosessin muilla ominaisuuksilla tai muulla suorituskyyllä. Vaatimuksen tarpeellisuutta osoittaa usein sen liityntä vaatimushierarkiassa ylempään vaatimukseen – siis ylemmän tason päätökseen jonkin asian toteuttamisesta. Jos vaatimuksella ei ole liityntää ylempään hierarkiatasoon, on mahdollista, että vaatimus on tarpeeton, jolloin se tulee poistaa, tai vaatimus on tarpeellinen mutta ylemmän tason vaatimus puuttuu. Tämä voi olla merkki ylemmän tason vaatimusten määrittämisen puutteellisuudesta ja siten indikoida ongelmia myös muissa kohdissa.

Oikeellisuus tarkoittaa sitä, että vaatimus kuvaa oikein tahtotilaa. Oikeellisuudessa on kaksi näkökulmaa: toisaalta vaatimuksen on kuvattava oikeasti haluttavaa ominaisuutta ja toisaalta sen on kuvattava sitä oikein.

Ymmärrettävyydellä tarkoitetaan sitä, että vaatimus on yleisesti ymmärrettävissä. Se on hyvää kieltä eikä siitä käytetä kapulakieltä eikä minkään ammattiryhmän ammattislangia (jargon) eikä auki kirjoittamattomia lyhenteitä.

Eksplisiittisyydellä tarkoitetaan sitä, että ilmaisusta käy selkeästi ilmi mitä vaaditaan ja että kyseessä on vaatimus eikä lukijan tarvitse pohtia onko kyseessä jonkin asian kuvaus vai vaatimus.

Yksikäsitteisyydellä tarkoitetaan sitä, että vaatimus on tulkittavissa vain yhdellä tavalla. Se ei saa sisältää vaihtoehtoja, joiden valintaperusteita ei ole kuvattu eikä sellaisia valintoja, joissa tarvittavia tietoja ei ole esitetty vaatimuksen yhteydessä. Tämä saattaa vaikuttaa itsestään selvältä, mutta käytäntö on osoittanut, että se mikä on vaatimuksen kirjoittajalle selvää, ei välttämättä ole lainkaan selvää vaatimuksen lukijalle. Yleensä virheenä on loogisten operaattoreiden JA, TAI ja EI sekä niiden yhdistelmien väärinymmärrys tai erilaisia tulkintoja mahdollistavien sanojen tai ilmaisujen käyttö.

Vaikka vaatimus on yksikäsitteinen, se voidaan joissakin tilanteissa kuvata monitasoisena. Mikäli ratkaisulta tavoiteltava taso esimerkiksi suoritusarvojen, luotettavuuden tai hinnan osalta halutaan asettaa korkealle, mutta tarvittaessa vähempäänkin voidaan tyytyä, vaatimus voi olla monitasoinen. Tasot voivat olla esimerkiksi:

1. Toivetaso (wish level) on taso, johon tulee pyrkiä, mikäli se ei vaadi tuotteen toteuttamisen kannalta ylimää räisiä resursseja, tai joka tulee vaihtoehtona pitää mahdollisena saavuttaa tulevaisuudessa. Toivetaso ei sinänsä oikeuta myyjää ylimää räisten resurssien käyttöön, mutta voi oikeuttaa hänet bonukseen.
2. Tavoitetaso (target level) on taso, johon tuotteen suunnittelussa on pyrittävä. Resurssien käyttö on optimoitava tavoitetason saavuttamiseksi.
3. Hyväksynnän raja-arvo, (limit level) on se taso, joka vähintään on saavutettava, jotta ratkaisu olisi hyväksyttävissä.

Monitasoista kriteeristöä käytetään vain harvoin ja jotkut pitävät sitä vältettävänä. Monitasoinen malli on kuitenkin kokemusten perusteella osoittautunut soveltuvaksi useissa järjestelmähankkeissa. Tavoitetaso kuvaa mitä halutaan. Toivetaso mahdollistaa sen, että asiakas voi kuvata missä kohdissa hän pitää järjestelmän odotettua parempaa ominaisuutta toivottavana. Jos hyväksynnän raja-arvo ei ole sama kuin tavoitetaso, koko järjestelmää ei hylätä vain sen vuoksi, että jokin sen ominaisuuksista ei täytä tavoitteena olevia suoritusarvoja. Toisaalta vaatimuksia ei ole mitoitettu minimitasolle ja ratkaisun kehittäjä ei siten välttämättä mene yli siitä missä aita on matalin. Toive- ja raja-arvotasot mahdollistavat siten hallitun jouston vaatimuksiin.

Ytimekkyys tarkoittaa sitä, että vaatimus on kuvattu lyhyesti ja tiiviisti. Mitä lyhyemmin ja tiiviimmin vaatimus esitetään, sitä suuremmalla todennäköisyydellä se ymmärretään ja muistetaan. Siksi ytimekkäiden vaatimusten vaikuttavuus on suurempi kuin pitkien jaaritusten. Lyhyysvaatimus ei kuitenkaan tarkoita sitä, että vaatimuksesta pitäisi karsia tarpeellista informaatiota. Toisaalta kaikki tarpeeton teksti on hyvä poistaa.

Minimalistisuus tarkoittaa sitä, että virke sisältää vain yhden vaatimuksen. Tämä estää vaatimuksen hukkumisen toisen vaatimuksen taakse ja vähentää väärinymmärryksen riskiä.

Kattavuus tarkoittaa sitä, että vaatimus kuvaa haluttavan asian kaikissa tilanteissa tai olosuhteissa. Joskus voidaan arvioida yksittäisen vaatimuksen kattavuutta, mutta yleensä kattavuutta on mahdollista tarkastella vain joukosta vaatimuksia. Kattavuus tarkoittaa myös sitä, että vaatimuksen on sisällettävä kaikki se tieto, joka tarvitaan vaatimuksen mukaisen ominaisuuden suunnittelemiseksi. Esimerkiksi vaatimus ”järjestelmää on voitava myöhemmin laajentaa” ei tarkoita mitään, koska siinä ei kuvata miten tai miltä osin ja kuinka paljon järjestelmään on varattava laajennusvaraa. Sen sijaan pitäisi vaatia esimerkiksi, että tila-, paino- ja tehobudjeteissa on varattava 10 % marginaali myöhemmille järjestelmäpäivityksille.

Toteutusriippumattomuus tarkoittaa sitä, että vaatimuksessa kuvataan tarvetta siten, ettei toteutusta sanella. Vaatimushierarkiassa yhden tason suunnitelma toki määrittää alemman tason vaatimukset, mutta ylemmän tason suunnitelman ei tulisi sanella alemman tason suunnittelua. Toteutustavan valintaa voidaan tarvittaessa ohjata reunaehdoilla.

Ristiriidattomuus tarkoittaa sitä, että vaatimus ei saa vaatia toisenlaista ratkaisua kuin toinen vaatimus. Varsinkin laajoissa järjestelmähankkeessa esiin tulee usein tilanteita, joissa suorituskykyvaatimukset ovat keskenään ristiriitaisia. Ristiriitaisten vaatimusten löytyminen edellyttää laajojen asioiden hahmottamista, hyvää muistia ja asioiden välisten vuorovaikutussuhteiden ymmärtämistä – usein yli organisaatio- ja teknologia-rajojen. Joskus vaatimusten ristiriitaisuus selviää vasta suunnittelun yhteydessä. Tällöin on oltava mahdollisuus palata vaatimusketjussa takaisin päin ja muokata keskenään ristiriitaisia vaatimuksia.

Todennettavuus tarkoittaa sitä, että vaatimuksen täyttyminen tai täyttymättä jättäminen on kyettävä todentamaan jollain menetelmällä.

Jäljitettävyys tarkoittaa sitä, että vaatimuksesta käy ilmi mihin sen olemassaolo perustuu; onko se johdettu ongelman analysoinnin tai ratkaisun suunnittelun yhteydessä jostakin ylemmän tason vaatimuksesta tai kuka sen on asettanut.

Saavutettavuus tarkoittaa sitä, että vaatimus on täytettävissä käytettävissä olevin resurssein - siis ajan, henkilötyömäärän ja rahan puolesta - ilman liiallisen korkeata epäonnistumisen riskiä.

Edellä kuvattujen yksittäisen vaatimuksen ominaisuuksien lisäksi vaatimusten muodostamalla kokonaisuudella on myös ominaisuuksia. Näihin palataan myöhemmin vaatimusten analysoinnin yhteydessä.

Tässä luvussa perehdyttiin vaatimusten ominaisuuksiin. Seuraavassa luvussa kuvataan miten vaatimuksia hallitaan.

3. VAATIMUSTENHALLINNAN MENETELMÄT

3.1 SIDOSRYHMIEN HALLINTA

Sidosryhmien hallinta on välttämätön edellytys vaatimustenhallinnan onnistumiselle. Ilman sitä ei kyetä keräämään tai tunnistamaan tarvittavia vaatimuksia eikä kirjoittamaan niitä oikein. Seuraavassa käsitellään sidosryhmien hallintaan liittyviä tehtäviä ja menetelmiä vaatimustenhallinnan näkökulmasta. *Puolustusvoimien projektiohjeessa* aihetta tarkastellaan työnjohdon ja toiminnan suunnittelun näkökulmasta.

3.1.1 Sidosryhmien tunnistaminen

Koska sidosryhmillä voi olla suuri ja jopa ratkaiseva merkitys vaatimusten hallinnan onnistumiselle, niiden tunnistaminen on erittäin tärkeätä jo ennen varsinaisen vaatimusmäärittelyn käynnistämistä. Sidosryhmä on tehtävän läpivientiin välittömästi tai välillisesti liittyvä taho. Välitön sidosryhmä osallistuu tai vaikuttaa aktiivisesti vaatimuksiin. Tällaisia ovat esimerkiksi asiakas, tehtävään henkilöstöä antaneet linja-organisaatiot, tehtävässä määriteltävien, suunniteltavien, kehitettävien tai hankittavien tuotteiden ja palveluiden toimittajat sekä mahdolliset alihankkijat. Välillinen sidosryhmä on taho, joka ei vaikuta aktiivisesti, mutta jonka toiminnalla tai mielipiteillä on merkitystä tehtävän onnistumisen kannalta. Välillinen sidosryhmätaho ei usein edes ole tietoinen koko tehtävän olemassaolosta. Tällaisia tahoja ovat esimerkiksi lupaviranomaiset, toimintaa säätelevä yhteiskunta, asevelvolliset ja äänestäjät.

Sidosryhmät riippuvat luonnollisesti täysin käsillä olevan tehtävän luonteesta, mutta seuraavassa on kuvattu joitakin tyypillisiä sidosryhmiä.

Tunnistetut sidosryhmät voidaan ryhmitellä neljään luokkaan sen mukaan mikä on heidän kiinnostuksensa ja vaikutuksensa käsillä olevaan tehtävään:

1. Aiheesta hyvin kiinnostuneet ja siihen voimallisesti vaikuttavat tahot: näiden odotusten ymmärtäminen ja niihin vaikuttaminen sekä jopa kirjaamattomien toiveiden täytyminen voi olla onnistumisen kannalta välttämätöntä.
2. Aiheesta vähän kiinnostuneet, mutta siihen mahdollisesti voimakkaasti vaikuttavat tahot: nämä tahot on pidettävä tyytyväisenä.
3. Aiheesta hyvin kiinnostuneet, mutta vain vähän vaikutusmahdollisuuksia omaavat tahot: nämä tahot on pidettävä tietoisina työn etenemisestä ja syntyvän tuotteen hyödyntämismahdollisuuksista.
4. Aiheesta vähän kiinnostuneet ja vähän vaikutusmahdollisuuksia omaavat tahot: näiden tahojen kiinnostuksen ja vaikutusmahdollisuuksien muutoksia on seurattava tarpeen mukaan ja resurssien sallimissa puitteissa.

Vaatimusten keräämisessä ja kirjaamisessa on huomioitava kaikki sidosryhmät, mutta se, missä määrin ollaan valmiita tekemään kompromisseja tai ottamaan mukaan kustannuksia, aikatauluviipeitä tai riskejä aiheuttavia vaatimuksia, riippuu pitkälti siitä, mihin luokkaan näiden vaatimusten esittäjä kuuluu. Onnistumisen kannalta kriittiset sidosryhmät löytyvät kahdesta ensimmäisestä sidosryhmäluokasta. On kuitenkin huomattava, että myös kahdessa jälkimmäisessä ryhmässä voi olla sellaisia henkilöitä, joiden myönteinen suhtautuminen projektiin ja sen tuotteeseen on edellytys tehtävän onnistumiselle. Esimerkiksi organisaatioissa, joissa projektituote tulee käyttöön voi olla esimiehiä tai loppukäyttäjiä, joiden positiivinen suhtautuminen on edellytys projektituotteen käyttöönoton onnistumiselle.

Sidosryhmien tunnistamisessa kannattaa käydä läpi ainakin seuraavat kysymykset ja pohtia onko olemassa tahoja, joilla voidaan olettaa olevan intressejä kehitteillä olevan asian suhteen. Seuraavassa kysymyksen asettelussa on käytetty ilmaisuja projekti ja järjestelmä, mutta tekeminen voi aivan yhtä hyvin koskea kehittämisohjelmaa tai hanketta ja tekemisen kohde voi järjestelmän sijaan olla vaikkapa palvelun tai toiminnan kehittäminen.

1. Järjestelmän käyttö

- Ketkä järjestelmää, palvelua tai suorituskykyä käyttävät? Ketkä toimivat loppukäyttäjinä ja ketkä käyttäjäorganisaatioina? Mitkä tahot resursoivat järjestelmän käytön - siis kohdentavat operointihenkilöstön ja rahoittavat käytön?
- Keiden muiden toimintaan järjestelmä vaikuttaa ja keiden pitää olla tietoisia järjestelmän olemassaolosta tai käytöstä?
- Keillä järjestelmään suoraan liittymättömillä tahoilla voi olla intressi järjestelmän käyttöä kohtaan? Mitä rinnakkaisia järjestelmiä^b järjestelmän käyttöympäristössä on eri käyttötilanteissa? Minkä järjestelmien kanssa järjestelmällä on vuorovaikutussuhteita, esimerkiksi informaation, poltto- ja voiteluaineiden tai ampumatarvikkeiden välitystä, mahdollisia konflikteja esimerkiksi siedetyn ja aiheutetun ympäristöominaisuuksien (melu, värinä, häiriöt, pakokaasut jne.) tai taajuuksien käytön suhteen? Rinnakkaisten järjestelmien tunnistaminen on erittäin tärkeätä, sillä ne asettavat järjestelmien toiminnalle usein kriittisiä reunaehtoja.
- Mitä yhteensopivuus- ja yhteistoimintanäkökulmia pitää huomioida kotimaan puolustamisessa, viranomaisyhteistyössä ja kansainvälisessä kriisinhallinnassa ja ketkä ovat näihin liittyvät sidosryhmät?

^b Rinnakkaisiksi järjestelmiksi kutsutaan kaikkia järjestelmän käyttöön tai toimintaan liittyviä itsenäisiä järjestelmiä, jotka toteuttavat jotakin tarkoitusta riippumatta käsiteltävän järjestelmän olemassaolosta – eli järjestelmillä on jonkinasteinen interaktio toiminnan jossakin vaiheessa.



Kuva 11: Loppukäyttäjien toiveiden ja näkemysten kuunteleminen on välttämättöntä asetettaessa järjestelmille vaatimuksia. (SA-Kuva)

2. Järjestelmän käytön tuki

- Keiden tehtävänä on huolehtia järjestelmään liittyvästä logistiikasta, siis eri tasoisesta kunnossapidosta, täydennyksistä (varastointi ja varastojen täydennyshankinnat), (maantie-, rautatie-, meri- ja lento-) kuljetuksista ja huoltopalveluista? Mitä puolustusvoimien organisaatioita ja mitä ulkoisia kumppaneita tai palveluntuottajia asiaan liittyy?
- Keiden tehtävänä on huolehtia ohjelmistoista ja niiden asentamisesta ja parametroinnista sekä tehtäväkohtaisesta evästämisestä ja käyttäjän opastamisesta ja neuvomisesta?
- Ketkä kouluttavat järjestelmän loppukäyttäjät ja järjestelmää operoivat tahot? Ketkä vastaavat joukkotuotannosta, siis varusmiesten ja reserviläisten koulutuksesta? Ketkä laativat käyttö- ja koulutusohjeet ja oppaat?

3. Järjestelmän suunnittelu, kehittäminen ja hankinta

- Keiden osaamista ja työpanosta tarvitaan järjestelmän suunnitteluun? Mitä puolustusvoimissa yleisesti ja kyseessä olevalla toimialalla noudatettavia asioita pitää huomioida ja ketkä niiden ohjeistamisesta vastaavat? Kuka esimerkiksi vastaa arkkitehtuuriohjauksesta ja kuka suorituskyvystä?
- Liittyykö projektin tuotteeseen esimerkiksi erityisiä tieto- tai käyttö-turvallisuuteen, tietohallintoon, taajuuksien käyttöön, tieliikenne-, säteily-, sähkö- tai räjähdeturvallisuuteen, ympäristönsuojeluun, kestäväan kehitykseen tms. erikoisalueisiin liittyviä erityiskysymyksiä tai huomioitavia seikkoja? Erityisesti merkittävät seikat, joista on säädetty lailla tai viran-

omaismääräyksillä tulee tunnistaa ja määrittää näiden tulkitsijat sidosryhmätahoiksi.

- Ketkä vastaavat järjestelmän kehittämisestä ja hankinnasta? Kuka tekee teknisen suunnittelun ja kenellä on järjestelmävastuu?
- Kuka tai mitkä tahot kohdentavat investointivarat järjestelmän hankintaan? Minkä muiden tahojen pitäisi omissa investointi- ja toimintamenojen käyttösuunnitelmissaan huomioida järjestelmän hankinta ja käyttöön tuleminen?
- Liittyykö projektin tuotteeseen työllisyys-, teollisuus- tai aluepoliittisia kysymyksiä, kuten kotimaisuusaste, erityisesti kotimaassa tehtäväksi haluttavat asiat, viennin tukeminen tai vientiluparajoituksia? Ketkä vastaavat näiden linjaamisesta?

4. Järjestelmän käytöstä poistaminen

- Keiden vastuulla on järjestelmän käytöstä poistaminen käsittäen hylkäyksen, järjestelmän osien mahdollisen uudelleen kohdentamisen ja materiaalin myynnin, romuttamisen tai museoinnin?

3.1.2 Tyypillisiä sidosryhmiä

Seuraavassa esitetään tyypillisiä kehittämisohjelmissa, hankkeissa ja projekteissa esiintyviä sidosryhmiä.

3.1.3.1 Asiakas

Asiakas on tärkein sidosryhmä. Asiakas on taho, jolle työ tehdään, yleensä joko se, joka hyväksyy tuotteen tai työn maksamisen. Vaatimustenhallinnan kannalta asiakas on se taho, jonka suunnitelmaa vaatimuksilla täytetään. Projektin kannalta asiakas on se taho, jolle työn tulokset luovutetaan. Koska työ tehdään nimenomaan asiakkaalle, tulee asiakkaan tarpeet, toivomukset ja vaatimukset mahdollisuuksien mukaan huomioida. Asiakkaita voi olla yksi tai useita. Asiakas voi olla myös työn rahoittaja, projektituotteen omistaja tai käyttäjä.

3.1.3.2 Rahoittaja

Valtionhallinnossa projekti rahoitetaan käytännössä useiden eri tahojen toimenpitein, sillä asiakas harvoin maksaa muut kuin projektista johtuvat suorat kustannukset. Tyypillisesti asiakas rahoittaa niistäkin vain projektituotteeseen suoraan liittyvät kustannukset, kun taas projektituotteen aikaan saamiseen liittyvät välilliset kustannukset maksaa projektin toteuttava organisaatio sekä ne organisaatiot, jotka projektiin resurssiaan luovuttavat. Projektin suorita ja välillisiä kustannuksia ja kustannusvaikutuksia on kuitenkin syytä tarkastella huolella, sillä niiden avulla voidaan tunnistaa monia onnistumisen kannalta keskeisiä sidosryhmiä.

3.1.3.3 Suorituskyvyn omistaja

Suorituskyvyn omistaja on taho, joka vastaa siitä sotilaallisesta tai hallinnollisesta kyvystä tai prosessista, jonka aikaansaamiseksi projekti on käynnistetty. Suorituskyvyn omistaja on käytännössä usein myös *suorituskyvyn käyttäjä*, toiminnan rahoittaja ja usein myös projektin asiakas. Suorituskyvyn omistajaa kutsutaan myös *suorituskykyvastuulliseksi*.

3.1.3.4 Järjestelmän omistaja

Järjestelmän omistaja on taho, jolla on *järjestelmävastuu*. Järjestelmän omistaja vastaa järjestelmän elinjakson hallinnasta mukaan lukien käytön tukeminen.

3.1.3.4 Käyttäjä

Käyttäjä voi olla järjestelmää tai palvelua operoiva taho (käyttäjäorganisaatio) tai järjestelmää omassa toiminnassaan hyödyntävä taho (loppukäyttäjä). Esimerkiksi viestijärjestelmän käyttäjäorganisaatio on viestipataljoona ja loppukäyttäjä radiomies.



Kuva 12: Mekanisoitu taisteluosasto on panssarivaunun käyttäjäorganisaatio, ja vaunumiehistö sekä kouluttajat muodostavat loppukäyttäjien joukon. (J. Kosola)

3.1.3.5 Tukiorganisaatiot

Tuotetta varastoivat, kuljettavat ja toimintakunnossa pitävät tahot sekä koulutus- ja joukkotuotanto-organisaatiot ovat tärkeimpiä tukeutumiseen liittyviä sidosryhmiä.



Kuva 13: Järjestelmän huollettavuus saattaa olla merkittävä tekijä myös operatiivisen käytettävyyden kannalta. Huollosta ja muusta logistisesta tuesta vastaavat tahot ovat keskeisiä huomioitavia sidosryhmiä. (SA-Kuva)

3.1.3.6 Valvontaviranomaiset

Valvontaviranomaisella tarkoitetaan tässä tahoja, joka suoraan tai välillisesti kontrolloi työn tai tuotteen suunnittelua tai läpivientiä tai joka kontrolloi tuotteen suunnittelua, kehittämistä, rakentamista, hyväksymistä tai käyttöönottoa. Tällaisia tahoja voivat olla esimerkiksi sisäinen tarkastusyksikkö, laadunvarmistusviranomainen, tuotteen suunnittelulle ja käyttöön hyväksynnälle määräyksiä antava viranomainen, kuten lentokelpuutus, tietohallinto-, tieto- tai henkilöturvallisuus- tai taajuushallinta-asioista vastaavat tahot.

3.1.3.7 Tuote- ja palvelutoimittajat

Projektituotteen kehittämiseen liittyvät tuote- ja palvelutoimittajat sekä projektin läpivientiin palveluitaan tarjoavat tahot ovat yksi projektin sidosryhmistä, jotka tulee

pitää tietoisena projektin odotuksista ja joiden toimintatavat ja mahdollisuudet tulee ottaa huomioon projektin läpivientiä suunniteltaessa.

3.1.3.8 Negatiiviset sidosryhmät

Negatiiviset sidosryhmät ovat tahoja, jotka haluavat estää kehittämisohjelman, hankkeen tai projektin toteutumisen tai rajoittaa sen toteutustapaa. Negatiivinen suhtautuminen voi perustua esimerkiksi omaan etuun tai muutoin ristiriitaisiin intresseihin, erilaiseen vakaumukseen, arvomaailmaan tai näkemykseen projektin tuotoksen haitallisuudesta. Esimerkiksi uudenlaisen järjestelmän tuominen sidosryhmän asuinalueella lähellä sijaitsevalle harjoitusalueelle voi aiheuttaa koko hankkeen vastustamista. Negatiivisilla sidosryhmillä voi olla merkittävä vaikutus suorituskysymyksiin ja suorituskysymyskonsepteihin. Esimerkiksi helikopterihankkeessa sekä torjuntahävittäjien asejärjestelmäkysymyksessä kansalaiskeskusteluissa pyrittiin vaikuttamaan siihen, mitä kaikkea suorituskysymys Suomessa puolustusvoimissa saa ja ennen kaikkea mitä ei saa olla. Henkilömiinojen kieltäminen ja keskustelu rypäleaseiden kieltämisestä ovat myös esimerkkejä siitä, miten ulkoiset sidosryhmät haluavat asettaa konseptivaihtoehtoja pois sulkevia rajoituksia suorituskysymysten kehittämiseksi. Negatiivisilla sidosryhmillä voi olla merkittävä, tai jopa ratkaiseva vaikutus konsepteihin ja suorituskysymyksiin, joten niiden asenteet ja vaikutusmahdollisuudet tulee ottaa huomioon myös vaatimuksissa. Negatiivien sidosryhmän vaikutus rajoittaa tehtävän mahdollisia suoritustapoja, pakottaa valitsemaan kustannustehottomampia ratkaisuja tai laskee saavutettavaa suorituskysymystasoa.



Kuva 14: Taisteluhelikoptereiden hankintakysymys herätti aikanaan voimakasta keskustelua. (Tim Ripley via Jane's)

On huomattava, että *negatiivinen* tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että sidosryhmä on tarkasteltavan *tehtävän kannalta* negatiivinen. Tämä ei sisällä arvolatausta, sillä sama sidosryhmä on tietenkin edustamansa tahon kannalta erittäin positiivinen pyrkiessään vaikuttamaan sidosryhmän intressejä uhkaavaan toimintaan.

3.1.3.9 Muut sidosryhmät

Edellisten lisäksi mahdollisia sidosryhmiä ovat tuotteen toimittamiseen liittyvät suunnittelijat, kehittäjät ja valmistajat sekä tuotteen hankintaan liittyvät suunnittelijat, testaajat, hyväksyjät ja laadunvarmistushenkilöstö.

3.1.3 Kommunikointi

Vaatimustenhallinta on pitkälti kommunikointia: sidosryhmien tarpeiden tunnistamista ja viestimistä sekä tarpeiden täyttämisen suunnittelua ja sidosryhmien pitämistä tietoisina siitä, miten heidän tarpeitaan ollaan täyttämässä ja miten työ etenee. Tämä antaa sidosryhmille paitsi käsityksen siitä, missä ollaan menossa, myös mahdollisuuden antaa palautetta ja ohjausta työlle ja siten vaikuttaa vaatimuksiin. Sidosryhmien oikea tunnistaminen ja kunkin sidosryhmän odotusten ymmärtäminen on kommunikoinnin onnistumisen kannalta välttämätöntä. Laadukkaalla kommunikoinnilla voidaan myös vähentää vaatimustenhallinnan riskejä, koska sidosryhmät kykenevät antamaan palautetta vaatimusten oikeellisuudesta ja tarkoituksenmukaisuudesta.

3.1.4 Sidosryhmien välinen yhteistyö

Vaatimuksia kerätään usein keskenään hyvin erilaisilta sidosryhmiltä. Tämän vuoksi jossain vaiheessa todennäköisesti syntyy ristiriitoja esitettyjen vaatimusten kesken. Useimmiten ristiriitaisia vaatimuksia kyetään ratkomaan erilaisin kompromissein. Kuitenkin erityisesti sotilaallisia järjestelmiä kehitettäessä on pidettävä mielessä, että kaikkia sidosryhmiä tyydyttävä kompromissi voi johtaa heikompaan suorituskykyyn kuin selkeästi priorisointiin perustuva linjaratkaisu. Kompromisseja tehtäessä on lisäksi huomioitava, että järjestelmällä voi olla merkittäviä seurannaisvaikutuksia muiden järjestelmien toimintaedellytyksiin ja liityntöjä muihin suorituskykyihin. Erityisesti nykyisin, kun järjestelmät verkottuvat ja puolustusjärjestelmää on tarkoitus rakentaa suorituskykylähtöisesti, kaikkia asioita on tarkasteltava kokonaisuuden osana, ei vain kyseisen järjestelmän näkökulmasta. Esimerkiksi hankittaessa lennokkijärjestelmää valvontakäyttöön, tulee huomioida sen mahdollinen soveltuvuus myös maalinosoitukseen sekä viestiliikenteen välittämiseen tai elektroniseen häirintään. Jos mahdollisten muiden suorituskykyjen ja järjestelmien tukeminen onnistuu vaarantamatta kykyä täyttää ensisijainen tehtävä, tulisi muiden järjestelmien asettamat vaatimukset huomioida.

Mikäli tarkoituksenmukaista kompromissia ei saada aikaiseksi, vaatimusten priorisoinnin ratkaisee järjestelmävastuullinen taho silloin kun ratkaisulla ei ole merkittävää

vaikutusta suorituskyyyn, muussa tapauksessa suorituskyyvastuullinen taho. Mikäli järjestelmän käyttöönotto edellyttää muilta järjestelmiltä muutosta niiden toimintamalleihin tai rakenteisiin, ollaan hieman hankalammassa tilanteessa. Tällöin peruslähtökohtana on se, että toiseen järjestelmään tukeutuva järjestelmä sovitaa vaatimukset tukea antavan järjestelmän rakenteisiin. Mikäli tämä ei ole kokonaisuuden kannalta järkevää, pitää rakennettavan suorituskyyyn omistajan neuvotella tukevan suorituskyyyn omistajan kanssa. Esimerkiksi salaus- tai sanomanvälitysjärjestelmien muuttaminen vaikuttaa käytännössä lähes kaikkiin järjestelmiin ja kaikkiin suorituskyyihin, joten niiden vaatimusmäärittelyä ei pitäisi laatia ilman muiden järjestelmien ja kykyjen vaatimusten tarkastelua.

Sidosryhmien välinen yhteistyö on erityisen tärkeää sellaisissa tilanteissa, joissa olemassa oleva järjestelmä korvataan uudella vastaavan suorituskyyyn tuottavalla järjestelmällä. Sidosryhmät saattavat hyödyntää olemassa olevaa suorituskyyä sellaisella tavalla, jota itse suorituskyyyn omistaja ei tunne. Tällöin jokin sidosryhmän keskeisen toiminnon toteuttaminen saattaa vaarantua, mikäli sidosryhmälle ei kommunikoida uusitun järjestelmän mahdollisesti muuttuvia ominaisuuksia.

3.2 VAATIMUSTEN KOKOAMINEN

Kun sidosryhmät on tunnistettu, niiden vaatimukset ja odotukset tulee selvittää. Työkokonaisuudesta hyvin kiinnostuneet sidosryhmät, kuten asiakas, ovat todennäköisesti ilmaisseet vaatimuksensa esimerkiksi toimeksiannossa tai erillisessä vaatimusdokumentissa. Mitä todennäköisimmin työhön liittyy kuitenkin myös sellaisia tärkeitä sidosryhmiä, jotka eivät ole syystä tai toisesta ilmaisseet näkemyksiään toimeksiannossa tai erillisessä vaatimusdokumentissa. Näiden tahojen odotukset on kerättävä aktiivisella toiminnalla samoin kuin sellaisten sidosryhmien, jotka osoittavat vain vähän kiinnostusta, mutta joiden näkemyksillä voi olla suuri merkitys onnistumisen kannalta.

Vaatimusten kokoaminen kohdistuu projektituotteeseen ja projektiin itseensä liittyviin vaatimuksiin ja odotuksiin. Vaatimuksia voidaan koota esimerkiksi:

- olemassa olevasta dokumentaatiosta, kuten puolustusvoimien tai toimialan arkkitehtuureista ja suorituskyyvaatimuksista, suorituskyyyn käyttösuunnitelmista, kehittämisohjelmista ja hankesuunnitelmista sekä tiedossa olevista ja sidosryhmien osoittamista säädöksistä, määräyksistä ja ohjeista
- sidosryhmien haastatteluilla ja kirjallisilla kysymyksillä
- interaktiivisten työpajojen avulla
- havainnoimalla

Vaatimuksia koottaessa tulee huomioida, että sidosryhmien vaatimukset voivat kohdistua sekä tuotteeseen että tehtävän suorittamiseen. Eri sidosryhmien vaatimukset ovat tyypillisesti hyvin erityyppisiä: loppukäyttäjien vaatimuksissa yleensä korostuu käytön helppous ja käyttömukavuus, kun taas operaattoritahon vaatimuksissa korostuvat tehtävän suorittaminen ja kustannukset. Kokonaisuuden kannalta kaikkien sidosryhmien vaatimusten huomioiminen on tärkeää. Sidosryhmän huomioiminen ei

kuitenkaan tarkoita sitä, että sen vaatimukset aina otettaisiin mukaan ainakaan sellaisenaan.

Vaatimusten kokoajan on oltava hyvin perillä oman osaamisalueensa teorioista ja niiden soveltamiseksi käytäntöön, oli kyse sitten sotilaallisista operaatioista, teknisestä kehittämisestä, ympäristöturvallisuudesta, tuotantomenetelmien ohjaamisesta tai vaikkapa ylläpidon suunnittelusta. Hänen on tunnettava riittävän laajasti kaikki nämä osa-alueet, vaikka ei tietenkään niin syvällisesti kuin kuhunkin osaan erikoistuneen ammattilaisen. Vaatimusten esittäjien ja kokoajien on

- tunnettava oma organisaationsa: sen tehtävä, rooli, rakenne ja toiminta, oli kyse sitten hankinta-, ylläpito- tai koulutusorganisaatiosta tai järjestelmää operoivasta sodan ajan organisaatiosta.
- tunnettava kyseessä olevan tehtävän liittyminen kokonaisuuteen sekä tunnettava suorituskyykyyn liittyvät osa-alueet (taktiikka, henkilöstö ja tekniikka) riittävässä määrin, jotta osaa hahmottaa kokonaisuuden.



Kuva 15: Vaikka suorituskyykyyn kannalta olennaista on vain nopea pääsy rakennukseen, loppukäyttäjää kiinnostaa myös ratkaisun käyttömukavuus. (J. Kosola)

Vaatimusten kokoajalla on keskeinen rooli tehtävän onnistumisessa. Hän ei saisi mieltää omaa rooliansa passiiviseksi vaatimusdokumenttien sekä erilaisten vaatimusehdotusten vastaanottajaksi, koska tällöin saadaan kerättyä vain ne tarpeet, jotka sidosryhmät ovat tiedostaneet. Mahdolliset todelliset tarpeet voivat jäädä huomioimatta. Lisäksi esitetyt vaatimukset voivat olla epärealistisia, tai johtaa tarpeettomiin kustannuksiin. Eri sidosryhmien esittämät vaatimukset voivat olla myös ristiriidassa

keskenään. Muiden muassa näiden seikkojen vuoksi vaatimusten kerääjän on otettava aktiivinen rooli. Hänen on mielletävä olevansa pikemminkin vaatimusten hallitsija kuin pelkkä kokoaja ja hänen on tarvittaessa kyettävä tarkentamaan ja tarkistamaan vaatimuksia sidosryhmien kanssa. Hän voi myös ehdottaa vaatimuksia ja siten hakea synergiaetuja sekä kustannussäästöjä.

3.3.1 Vaatimusten kerääminen dokumentaatiosta

Vaatimusten kerääminen aloitetaan selvittämällä mitä tehtävään suoraan ja välillisesti liittyviä dokumentteja on olemassa. Suoraan tehtävään liittyvä dokumentti on esimerkiksi toimeksianto ja sen liitteenä olevat suorituskyky- ja järjestelmävaatimukset sekä toteutuksen reunaehdot. Välillisesti tehtävään liittyvät vaatimukset ovat huomattavasti vaikeampi asia, koska ne ovat yleensä yleispäteviä suunnittelun ja toteutuksen reunaehdoja, joiden huomioiminen voi olla onnistumisen kannalta keskeistä, mutta joista vaatimusten kerääjä ei välttämättä ole edes tietoinen. Tämän johdosta vaatimusten keräämisen tulee suorittaa käsillä olevan tehtävän toimialaa laajasti tunteva henkilö, tai sitten tällaisen henkilön tulee tukea vaatimusten keräämistä. Epäsuoria vaatimuksia ja reunaehdoja kohdistuu esimerkiksi lainsäädännöstä ja viranomaismääräyksistä sekä Pääesikunnan, puolustushaaraesikuntien ja joukko-osastojen omista suunnitelmista (esimerkiksi puolustusvoimien tai toimialan arkkitehtuurit) sekä hallinnollisista määräyksistä (esimerkiksi tietohallintomääräys) ja ohjeista. Näistä ei ole koottu keskitettyä kaikissa hankkeissa ja projekteissa noudatettavaksi edellytettyä reunaehdokokonaisuutta, joten vain riittävän laajan kokemuksen omaavan henkilöstön avulla voidaan hallita toimintaan liittyviä riskejä.

3.3.2 Haastattelut ja kyselyt

Vaatimusten kerääminen on mahdollista toteuttaa myös haastatteluin ja kyselyin. Yleensä ainakin asiakkaalla on jonkinlainen vaatimusdokumentti ja sidosryhmällä ainakin jonkinlainen käsitys siitä, mitkä ovat sen odotukset. Käytäntö on osoittanut, että useimmiten pelkkä kirjallinen vaatimusdokumentti ei riitä sellaisenaan, vaan sitä on täydennettävä haastatteluin ja keskusteluin. Vaatimusten keräämisen kannalta on periaatteessa sama missä muodossa vaatimukset asiakkaalta tai muulta sidosryhmän edustajalta tulevat. Suullisesti kerätyt vaatimukset on luonnollisestikin saatettava kirjalliseen muotoon ja katselmoitava asiakkaan kanssa.

Haastatteluissa on hyvä ensin selvittää mikä on haastateltavan sidosryhmäasema ja kompetenssi (koulutus- ja kokemustausta suhteessa käsiteltävään asiaan). Tämä on tärkeitä lähdekritiikin vuoksi. Haastattelussa voidaan ensin kysyä haastateltavan näkemyksiä esimerkiksi seuraavista asioista:

- mitä hänen mielestään kehitettävään suorituskykyyn tai rakennettavaan järjestelmään kuuluu ja mitä siihen ei kuulu
- millaisessa toimintaympäristössä suorituskyky tai järjestelmä toimii

- mitkä suorituskyyvyt, järjestelmät tai tahot liittyvät käsillä olevaan asiaan ja joiden kanssa suorituskyyvyn tai järjestelmän on toimittava yhteen
- mitä muita suorituskyyjiä, järjestelmiä tai tahoja toimintaympäristössä on, joiden kanssa järjestelmän ei tarvitse toimia yhdessä, mutta joiden olemassaoloa ja toimintaa järjestelmän on häiriintymättä siedettävä tai joiden on kyettävä toimimaan sen vaikutuspiirissä
- mitä rajapintoja edellä kuvattuihin suorituskyyyihin tai järjestelmin on ja mitä informaatiota, materiaa, energiaa tms. näiden rajapintojen yli liikkuu

Vasta tämän toimintaympäristön hahmottamisen jälkeen on syytä siirtyä haastateltavan omiin vaatimuksiin ja odotuksiin. Tällaisen yleisen tarkastelun tehtävänä on saada haastateltava tarkastelemaan asiaa ensin isompana kokonaisuutena ja vasta sitten keskittyä omaan näkökulmaansa; ensin hahmotetaan metsä ja vasta sitten tarkastellaan puita. Samalla haastattelijalle syntyy näkemys siitä, missä määrin haastateltava kykenee hahmottamaan kokonaisuutta. Tällä on tärkeä merkitys lähdekritiikin kannalta.

Helpoimmalta vaikuttava tapa kerätä vaatimuksia on laatia kyselylomake ja lähettää se kaikille sidosryhmille. Menetelmässä on kuitenkin useita ongelmia:

- Menetelmästä puuttuu henkilökohtaisen kontaktin mukanaan tuoma sosiaalinen paine vastata, joten työn kannalta mahdollisesti tärkeitäkin vastauksista jää saamatta.
- Menetelmä ei ole interaktiivinen, eikä siten mahdollista epäselvien tai muutoin puutteellisten vaatimusten täydentämistä tai korjaamista muutoin kuin aikaa vievällä kyselyillä.
- Vastaaja voi ymmärtää jonkin kysymyksen väärin ja eri henkilöt voivat ymmärtää ne eri tavoin.

Näiden ongelmien vuoksi kyselylomakkeilla saatuja vaatimuksia voidaan täydentää haastatteleamalla erityisesti niitä henkilöitä, joiden vaatimuksissa on epäselvyyksiä tai puutteita. Kyselylomakkeiden avulla voidaan myös muodostaa karkea käsitys siitä, mitä asioita tulee käsitellä laajemmin haastatteluin tai muita menetelmiä käyttäen.

Seuraavassa on esitetty joitakin sellaisia huomioitavia seikkoja ja mahdollisia sudenkuoppia, joihin kannattaa kiinnittää huomiota.

Lähdekritiikki on tärkeätä sekä haastattelun että kirjallisen vaatimuslähteen yhteydessä. Sidosryhmillä voi olla erilaisia intressejä, piilorooleja ja sekä tiedostettuja että tiedostamattomia preferenssejä joidenkin ominaisuuksien ja ratkaisuiden painottamiseksi. Tiedostamaton tai jopa tiedostettu vaatimusten sovittaminen enemmän omaan taustaan ja viiteryhmään kuin operatiiviseen tarpeeseen voi johtua henkilön koulustausta, puolustushaarasta, aselajista tai toimialasta. Onhan inhimillistä suosia sellaista ratkaisuvaihtoehtoa, jonka tuntee hallitsevansa. Yleensä vaatimusten ja konseptien avoin kriittinen tarkastelu auttaa erottamaan nämä todellisista vaatimuksista. Toinen lähdekritiikin peruste on vaatimuksen määrittelijän kompetenssi: koulutus- ja kokemustausta. Operatiivisen vaatimuksen luotettavuus lienee parempi, jos sen on

määritellyt operatiivisesti koulutettu henkilö, samoin kuin järjestelmävaatimuksen, jonka on määritellyt teknisesti koulutettu henkilö. Koulutustaustan lisäksi henkilön työkokemuksella kyseisellä toimialueella on merkitystä. Edellä kuvattu ei suinkaan tarkoita, että vaatimusten hallitsijan tai kerääjän pitäisi kuulustella vaatimusten asettajia, tai vaatia heitä esittämään työtodistuksia. Hänen on kuitenkin kyettävä arvioimaan vaatimusten luotettavuutta toimivan vaatimusmassan muodostamiseksi ja tehtävän täyttämiseen liittyvien riskien minimoimiseksi. Tämä korostuu erityisesti ristiriitaisten tai epärealististen vaatimusten kohdalla. Tällaisessa tilanteessa vaatimusten kerääjän on kyettävä suhteuttamaan ristiriitaiset vaatimukset paitsi asiakkaan tai sidosryhmän aseman perusteella, myös saadun informaation luotettavuuden mukaan. Epäluotettavaksi katsottuja vaatimuksia ei luonnollisestikaan voi jättää huomioimatta, vaan ne on katselmoitava niiden esittäneiden tahojen kanssa.

Vaatimusten kerääjän on jokaisen vaatimuksen yhteydessä esitettävä kysymys: onko kyseessä todellinen tavoitetta kuvaava vaatimus vaiko toteutusta rajaava reunaehto? Jos esimerkiksi suorituskyyvaatimusten joukossa on paljon järjestelmävaatimuksia tai reunaehtoja, asiakkaalla voi olla mielessään jokin tietty ratkaisu tai jopa jonkin tietyn valmistajan järjestelmä, eikä kyseessä olekaan puhdas tarve etsiä paras ratkaisu suorituskyyvyn luomiselle. Tällöin vaarana on se, ettei asiakas ole selvittänyt edes itselleen mitä suorituskyyä hän tarvitsee, vaan on lähinnä kirjoitellut messuesitteissä kuvattuja teknisiä ominaisuuksia omiksi vaatimuksikseen. Tyypillinen virhe on lisäksi etsiä erilaisista esitteistä parhaat ominaisuudet ja yhdistää ne superjärjestelmäksi. Sellainenkin voi olla tietysti mahdollista tehdä, mutta yleensä hyvin kalliisti.

Usein sidosryhmät, varsinkin loppukäyttäjät, esittävät vaatimuksia, jotka eivät ole realistisia esimerkiksi kustannusvaikutustensa vuoksi. Tämän johdosta on syytä haastatteluja ja kyselyitä tehtäessä selvittää kaikille osapuolille onko tarkoitus luoda *mahdollisimman hyvä* suorituskyy kustannuksista välittämättä, *minimisuorituskyy mahdollisimman halvalla*, kohdennetulla rahoituksella *riittävä suorituskyy mahdollisimman monelle* joukolle vai toteuttaa *kustannus-hyötysuhteeltaan* paras ratkaisu. Tämän selvittäminen ja mielessä pitäminen on tehtävän onnistumisen kannalta keskeinen seikka.

Kerättyjen vaatimusten kattavuus on varmistettava. Erityisesti tulee selvittää onko asiakkaalla joitakin muitakin dokumentteja, joissa hankkeelle asetetaan vaatimuksia. Esimerkiksi asiakkaan noudattama strategia, taktinen ohjesääntö, logistiikkajärjestelmän kuvaus, noudatettava hankintapolitiikka, rahoitusjärjestelyt tms. voivat vaikuttaa tehtävän suorittamiseen, vaikkei niissä olisikaan suoraan kyseessä olevalle hankkeelle määritettyjä vaatimuksia.

3.3.3 Työpajat

Interaktiiviset työpajat, kuten seminaarit, työkokoukset ja ideariihet, ovat usein tehokkaita tapoja kerätä sidosryhmien vaatimuksia ja odotuksia. Kullekin sidosryhmälle voidaan antaa tehtävä alustaa omista näkemyksistään, jonka jälkeen puheenjohtajan johdolla ja käytävien keskustelujen perusteella kirjataan vaatimukset. Alustukset

voidaan organisoida eri näkökulmien mukaisesti (suorituskykyodotukset, arkkitehtuuri-reunaehdot, haluttu toiminnallisuus tms.). Ideariihi on vastaava menetelmä, jossa yleensä pieni joukko asiantuntijoita innovoi erilaisia vaatimuksia, joita sitten myöhemmin karsitaan ja joista sitten myöhemmin muodostetaan varsinainen vaatimusdokumentti. Näiden menetelmien etuna on interaktiivisuus ja mahdollisuus välittömään palautteeseen. Vaativuusten kerääjä kykenee pyytämään tarkennuksia tai perusteluja vaatimuksiin sekä voi yhdistää tai muutoin muokata esitettyjä vaatimuksia ja saada ne välittömästi sidosryhmien käsiteltäväksi.



Kuva 16: Eri alojen asiantuntijoista ja eri sidosryhmien edustajista koostuva työpaja voi olla tehokas tärkeimpien vaatimusten kokoamiskeino. (J. Kosola)

Työpajojen haittana voi olla se, että asiakkaat valmistautuessaan omaan alustukseensa tai esittäessään näkemyksiään tilaisuuksissa sitoutuvat jopa liikaa esittämiinsä vaatimuksiin. Lisäksi voimakkaan hierarkkisessa organisaatiossa, kuten puolustusvoimissa alemmalla hierarkiatasolla olevien voi olla hankalaa tai ainakin epämukavaa esittää ylemmän henkilön näkemyksistä poikkeavia ajatuksia. Tällöin asiakkaiden ja sidosryhmien todellisia vaatimuksia ei välttämättä saada selville ja vaatimuksiin voi jäädä kritiikin puuttumisen vuoksi virheitä. Seuraavassa kuvattava Delfoi-menetelmä voi tarjota ratkaisun tämän kaltaisiin ongelmiin.

3.3.4 Delfoi-menetelmä

Delfoi-menetelmää käytetään usein silloin kun käsiteltävä asia on niin epämääräinen tai moniulotteinen, ettei sitä voida tarkastella yhden täsmällisen analyttisen tekniikan

avulla eikä esimerkiksi vaatimusdokumenttia kyetä laatimaan suoraan. Se soveltuu myös käytettäväksi silloin kun halutaan koostaa hyvin erityyppisistä tai jopa keskenään ristiriitaisista asiantuntijanäkemyksistä tai sidosryhmävaatimuksista harmoninen vaatimusdokumentti. Menetelmä on osoittautunut käyttökelpoiseksi myös silloin, kun asiantuntijoita ei esimerkiksi ajanpuutteen tai muiden syiden vuoksi saada saman pöydän ääreen tai kun halutaan eliminoida ryhmässä esiintyvä vahvojen persoonallisuuksien dominoiva vaikutus. Menetelmässä on kolme keskeistä piirrettä: anonymiteetti, argumenttien iteraatio ja palautepersoonallisuuksien dominoiva vaikutus.

Anonymiteetti (tunnistamattomuus) tarkoittaa sitä, että asiantuntijat esittävät ja perustelevat väitteitä usein tietämättä keitä muita asiantuntijoita tutkimuksessa on mukana. Anonyymiydellä pyritään siihen, että asiantuntijat esittäisivät aitoja mielipiteitään ja käsityksiään tutkimuksen aihepiiristä. Näin yksittäiset asiantuntijat voivat esittää mielipiteitä pelkäämättä "kasvojensa menetystä". Korkeassa asemassa olevat asiantuntijat uskaltavat rooli-odotuksista vapaina esittää käsityksiään, kun heidän ei tarvitse tehdä sitä julkisesti omalla nimellään. Voimakkaat mielipidejohtajat eivät voi vaikuttaa asiantuntijaryhmän yleiseen mielipiteen muodostukseen ja vastaavasti uusia ideoita voivat esittää myös sellaiset asiantuntijat, joilla ei ole korkeaa statusta organisaatiossa.

Delfoi-menetelmässä on kaksi tai useampia iteraatiokierrosta. Ensimmäisellä kerätään mahdollisimman laaja näkemysmassa, josta karsitaan tutkimusongelman kannalta irrelevantit näkemykset ja valitaan jatkotarkasteluun keskeiset osat. Yhdistämisvaiheessa voidaan pyytää myös voimakkaan poikkeavia näkemyksiä esittäneiltä asiantuntijoilta tarkennuksia ja lisäperusteita näkemyksiinsä. Jatkotarkastelu toteutetaan iteratiivisena kysely-yhdistys/muokkaus-palaute-prosessina, jossa asiantuntijat tarkentavat, täydentävät ja mahdollisesti myös tarkistavat ja korjaavat kannanottojaan. Palautekierrosten määrä on yleensä rajoitettu yhteen kirjalliseen palautekierrokseen, jota voidaan täydentää seminaareilla, haastatteluilla tms.

Delfoi-menetelmällä vaatimukset voidaan kerätä seuraavin vaihein:

1. Tehdään tarkastelukohteen rajausta ja tavoitteiden määrittely: kuvataan hankkeella tavoitteena oleva suorituskky perusteluineen sekä johdon tekemät linjaukset ja asettamat reunaehdot.
2. Kootaan lähtökohtavaatimusten laadintaan tarvittava asiantuntijaryhmä.
3. Laaditaan keskustelun pohjaksi tarkoitettu lähtökohtavaatimukset sisältävä dokumentti.
4. Toteutetaan ensimmäinen vaatimusten keräyskierros kirjallisena tai suullisena.
5. Analysoidaan ensimmäisen keräyskierroksen vastaukset ja valitaan toisen kierroksen aihe-temat. Toiselle iteraatiokierrokselle kannattaa valita sellaisia teemoja, joissa ensimmäiseltä kierrokselta saadut vaatimukset ovat keskenään ristiriitaisia tai joita on tarkasteltava kustannus-hyöty-näkökulmasta.
6. Laaditaan toisen kierroksen kyselylomake.
7. Toteutetaan toinen kyselykierros ja analysoidaan vastaukset.

8. Laaditaan vaatimusdokumentti kerättyjen vaatimusten perusteella.

Iterointikierroksia voi olla useitakin riippuen siitä kuinka nopeasti eri tahojen esittämät vaatimukset tai hyväksymät näkemykset saadaan keskenään niin yhdenmukaisiksi, ristiriidattomiksi ja kattaviksi, että uusia ehdotus- ja argumentointikierroksia ei enää tarvita.

Koska asiantuntijat eivät välttämättä keskustele suoraan keskenään, vaan vaatimuksia kokoavan tahon kanssa, tämän rooli korostuu.

3.3.4 Skenaariotekniikka

Perinteiset vaatimusten keräämismenetelmät, joissa asiakkailta ja sidosryhmiltä pyydetään listaamaan suorituskyyvaatimuksia, eivät ole kovin hyviä mikäli vaatimuksia laativilla tahoilla ei ole selkeätä käsitystä haluttavasta suorituskyyvystä. Tämä voi johtaa teknisesti onnistuneeseen järjestelmään, joka ei kuitenkaan täytä asiakkaan toiveita ja odotuksia. Tällaisessa tapauksessa parempi menetelmä, joka myös kehittää hankkeen sisäistä viestintää, on laatia yhteisesti käyttötilanteiden ja skenaarioiden kuvaus asiakkaiden ja keskeisten sidosryhmien kanssa. Mikäli käytettävissä on suorituskyy-, joukko- järjestelmä- tai muu konsepti, joka sisältää myös käyttötilanteet ja skenaariot, ne voidaan katselmoida ja tarkentaa yhdessä sekä johtaa niistä vaatimuksia. Jos konsepti ei näitä sisällä, on vaatimustenhallinnan tehtävänä laatia ainakin keskeiset käyttötilanteet sekä tarkastella miten järjestelmän tai joukon pitäisi toimia ja miten sen pitäisi reagoida ulkoisiin herätteisiin sekä miten sen tulee toimia epänormaaleissa tilanteissa ja toipua niistä. Näiden avulla hanke- tai projektihenkilöstö kykenee tutkimaan yhdessä asiakkaan ja muiden sidosryhmien kanssa, millaisia vaatimuksia asiakkaan ja sidosryhmien tarve, odotukset ja käyttöideat synnyttävät.

Skenaario on yleensä kuvana ja sitä täydentävänä tekstinä esitetty toimintaympäristön kuvaus, josta käy ilmi millaisissa olosuhteissa suorituskyyä, joukkoa tai järjestelmää käytetään. Skenaarioon voidaan myös kuvata tapahtumaketju, joka auttaa hahmottamaan mistä on kysymys. Skenaarioon sisällytetään tarpeen mukaan suorituskyyvyn, joukon tai järjestelmän toimintaan vaikuttavat ympäristöolosuhteet, maantieteelliset piirteet, tukevat ja uhkaavat joukot ja järjestelmät yms. seikat.

Vaatimusten keräämisessä skenaariotekniikan avulla voidaan soveltaa esimerkiksi seuraavaa prosessivaiheistusta:

1. Määritetään tai katselmoidaan keskeiset suorituskyyvaatimukset.
2. Määritetään keskeiset toimijat (asiakkaat, sidosryhmät).
3. Määritetään millaisissa skenaarioissa suorituskyyä käytetään.
4. Määritetään millaisia käyttötilanteita skenaarioihin liittyy.

5. Määritetään, ketkä toimijat liittyvät mihinkin käyttötilanteeseen ja skenaarioon.
6. Kuvataan käyttötilanteet sekä joukon tai järjestelmän käyttöperiaatteet ja haluttava suorituskyky yhdessä niihin liittyvien toimijoiden kanssa.
7. Laaditaan esiin tulleista suorituskykyvaatimuksista suorituskykyvaatimusdokumentti, joka katselmoidaan kunkin toimijan kanssa yhdessä tai erikseen.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä kehitettävän suorituskyvyn ja sen aikaan saamiseksi tarvittavan järjestelmän tai joukon ja vastustajan väliseen vuorovaikutukseen. Sotilaallisten järjestelmien käyttöskenaarioissa ja vaatimuksissa ei saa jättää huomioimatta vihollisen toiminnan ja oman tukeutumisjärjestelmän toimimattomuuden aiheuttamia epänormaaleja tilanteita, kuten häirintää, tappiota, viivästyksiä, laitteistojen joutumista vihollisen käsiin, käyttäjän aiheuttamia tahattomia tai tahallisia virhetoimintoja yms. Vastustajan huomioiminen edellyttää, että tarkastellaan ainakin miten vastustaja kykenee havaitsemaan ja paikantamaan järjestelmän, selvittämään sen toiminnan ja miten ja millä järjestelmillä vastustaja voi toimia järjestelmää vastaan.



Kuva 17: Esimerkki skenaariotekniikan hyödyntämisestä vaatimusten määrittämisessä. (Kuva puolustusvoimien teknologiaohjelmasta, animaatio Desigence)

Käyttöskenaarioissa tulee tarkastella myös sellaisia poikkeuksellisia tilanteita, joihin järjestelmä ei normaalisti joudu. Tavoitteena voi olla järjestelmän turvallisuuteen tai johonkin poikkeukselliseen tarpeeseen tai olosuhteeseen liittyvien vaatimusten selvittäminen. Tällaisia skenaarioita ovat esimerkiksi

- järjestelmän turvallisen käytön vaarantavat vikaantumiset ja virhetilanteet järjestelmässä itsessään tai jossakin ulkoisessa järjestelmässä
- järjestelmän tahaton tai tahallinen väärinkäyttö
- järjestelmän toiminta poikkeuksellisissa sää- tai ilmasto-olosuhteissa

Näiden poikkeuksellisten skenaarioiden tarkastelun tavoitteena on täydentää muista skenaarioista tunnistettuja vaatimuksia ja osaltaan varmentaa vaatimusdokumentaation kattavuutta. On kuitenkin varottava todelliseen tarpeeseen nähden liian tiukkojen vaatimusten mukaan ottamista ja siten järjestelmän ylispesifioimista.

3.3.4 Havainnointi

Havainnointi on varsin yksinkertainen vaatimusten keräämismenetelmä, jossa vaatimusten kerääjä tai kerääjät seuraavat toimintaa ja kirjaavat muistiin havaintojensa perusteella itse johtamansa vaatimukset. Menetelmä soveltuu tilanteeseen, jossa käyttäjä ei osaa itse formuloida vaatimuksiaan ja jossa on jo olemassa jokin järjestelmä, palvelu tai menettelytapa, jota seuraamalla voidaan tehdä johtopäätöksiä vaatimuksista kehitettävälle uudelle ratkaisulle. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi manuaalisen esikunta- ja karttatyöskentelyn korvaaminen tietokoneavusteisella järjestelmällä ja työskentelymallilla tai vaikkapa uuden miinoittamisjärjestelmän vaatimusten selvittäminen tarkastelemalla operatiivista suunnittelua ja pioneerijoukkojen harjoittelua. Havainnointi soveltuu harvoin ainoaksi vaatimusten keräämismenetelmäksi, mutta siitä voi monissa tapauksissa olla merkittävää hyötyä muilla menetelmillä muodostettujen vaatimusten tarkentamisessa, täydentämisessä tai validoinnissa.



Kuva 18: Vaatimuksia voidaan kerätä myös havainnoimalla joukon harjoittelua tai todellista toimintaa. (Kuva puolustusvoimien teknologiaohjelmasta, animaatio Desigence Oy)

Eräänlainen havainnointimenetelmä on myös jollekin taholle jo kehitetyn järjestelmän tarkastelu ja analysointi sekä vaatimusten johtaminen niiden tuloksen perusteella.

3.3.5 Mallit, demonstraattorit ja prototyypit

Erilaisten toiminnallisten ja fyysisten mallien sekä konsepti- ja teknologiademonstraattoreiden ja järjestelmäprototyyppien avulla voidaan kokeilla suunnitteluratkaisujen käytännön toimivuutta sekä jalostaa suorituskyy- ja järjestelmävaatimuksia.

Tutkimus- ja kehittämistoiminnalla voidaan nostaa vaiheittain käsitystä ratkaistavasta ongelmasta, kuten kehitettävän suorituskyyvyn tarkoituksenmukaisista ominaisuuksista ja niille asetettavista vaatimuksista. Yleisimmin käytetään alun perin amerikkalaista yhdeksänportaista teknologian kypsyystasoasteikkoa (TRL, Technology Readiness Level). TRL-malli lähtee liikkeelle teoreettisen pohjan luomisesta – eli ymmärryksestä ratkaisun syy-seuraussuhteista ja perusmekanismeista – ja päättyy tasolla 9 valmiiseen ratkaisuun, jonka toimivuus on todennettu todellisessa toimintaympäristössä. Eri tason malleja, demonstraattoreita, prototyyppejä ja esisarjakappaleita tarkastelemalla voidaan määrittää vaatimuksia esimerkiksi teknologiaratkaisulle, suorituskyyvylle, elinjakso-kustannuksille ja vaadittaville toiminnallisuuksille.



Kuva 19: AMV:n ambulanssiversion malli. (Patria)

3.3.6 Mallinnus, simulointi ja emulointi

Simulointi (simulation) tarkoittaa ilmiön tutkimista tietokoneelle ohjelmoitavan mallin avulla. Mallinnuksella ja simuloinnilla voidaan myös tuottaa virtuaalisia prototyyppejä käyttäjän arvioitavaksi. Ratkaistavasta ongelmasta voidaan luoda tietokonemalli, jota simuloimalla voidaan pyrkiä tunnistamaan suorituskyyvyn tai järjestelmän toiminnan kannalta keskeisiä ominaisuuksia sekä määrittämään tarkoituksenmukaiset vaatimukset

näille ominaisuuksille. Esimerkiksi sensorijärjestelmälle asetettavia suorituskykyvaatimuksia, kuten kantamaa, havaitsemisen todennäköisyyttä eri etäisyyksillä sekä väärin ilmaisujen todennäköisyyttä voidaan tarkastella digitaalisessa maastomallissa simuloimalla erilaisia maaleja ja liikeratoja.

Emulointi (emulation) tarkoittaa tietokoneella tehtyä jäljitelmää todellisuudesta. Esimerkiksi radioverkon emulointi tarkoittaa tietokoneella luodun virtuaalisen radioliikenteen muuttamista todelliseksi sähkömagneettisessa spektrissä havaittavissa oleviksi radiolähteiksi. Emulointia voidaan käyttää myös esimerkiksi käyttöliittymien demonstroimiseen ja käyttöliittymille asetettavien vaatimusten määrittämiseen.

3.3 VAATIMUSTEN JOHTAMINEN

Vaatimusten kerääminen tarkoittaa yleensä järjestelmään tai projektiin kohdistuvien ulkoisten odotusten, vaatimusten ja reunaehtojen selvittämistä. Pelkkä jossain jo olemassa olevien vaatimusten kerääminen ei kuitenkaan koskaan riitä tehtävän läpivientiin tai tuotteen suunnitteluun, kehittämiseen ja rakentamiseen. Projektin on kyettävä johtamaan yksityiskohtaiset vaatimukset yleensä yleisellä tasolla kuvatuista ulkoisista vaatimuksista sekä muista lähteistä, kuten strategioista, käyttökonsepteista, rajapinnoista muihin järjestelmiin ja palveluihin sekä asiakkaan toimintaprosesseista. On huomattava, että vain osa tarvittavista lähteistä on asiakasriippuvia. Asiakkaasta riippumattomia lähteitä ovat esimerkiksi lainsäädäntö ja viranomaismääräykset, jotka voivat asettaa reunaehtoja tuotteelle ja sen kehittämis- tai hyväksyntäprosessille.

Vaatimusten johtaminen on hierarkkinen prosessi, jossa ylemmän tason vaatimuksia ja edellisen työvaiheen suunnitelmia analysoimalla suunnitellaan miten vaatimukset täytetään. Valittu ratkaisu kuvataan periaatteellisenä konseptina ja sen rajaavina vaatimuksina alemmalla vaatimustasolle ja seuraavalle suunnittelutyön vaiheelle. Vaatimusten johtaminen on siis keskeinen osa ratkaisun suunnittelua.

Vaatimusten *kerääminen kohdistuu ulkoisiin tahoihin*, kun taas vaatimusten *johtaminen kohdistuu hankkeen tai projektin sisäisiin asioihin*. Tämän vuoksi vaatimusten kerääjän tulee tuntea projektin ja projektituotteen ulkoiset liittynät ja sidosryhmätahot, kun taas vaatimusten johtamisesta vastaavan henkilön tai henkilöiden tulee tuntea projektiorganisaatio ja projektissa kehitettävä tuote hyvin. Siten *vaatimusten keräämisessä tärkeätä on laaja toimialaosaaminen*, kun taas *vaatimusten johtamisessa vaaditaan hyvää substanssiosaamista*.

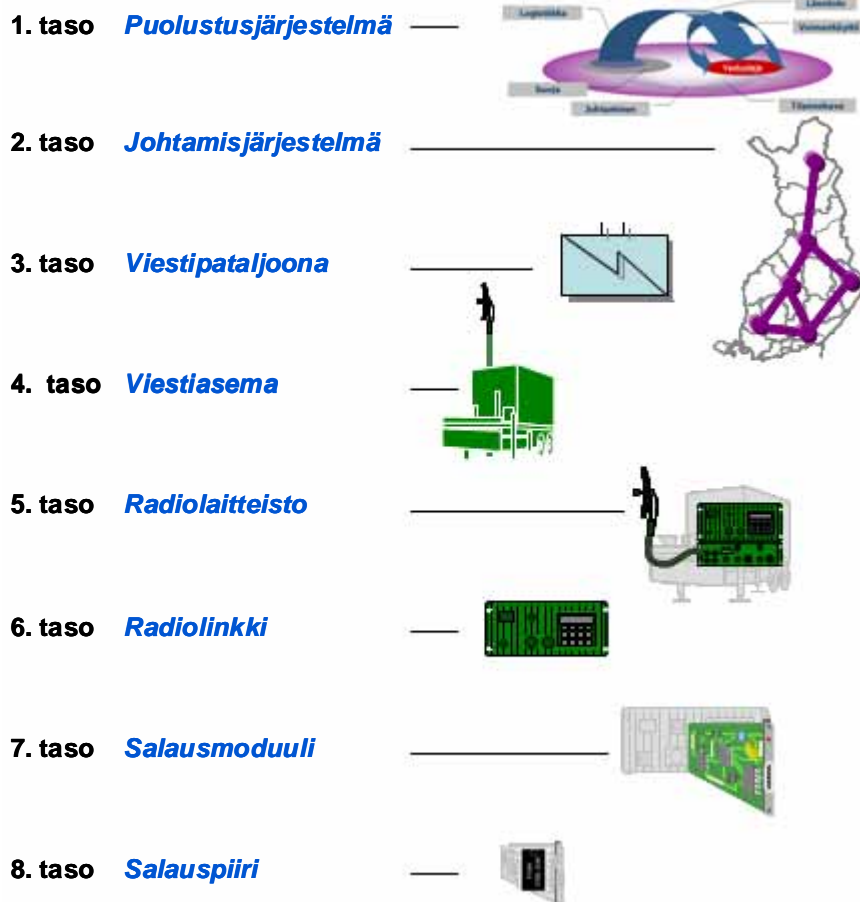
3.4 VAATIMUSTEN DOKUMENTOINTI

Vaatimusten dokumentointi tarkoittaa kerättyjen ja johdettujen vaatimusten kokoamista vaatimustietokantaan tai vaatimusedokumenttiin jaoteltuna tarkoituksenmukaisiin vaatimusryhmiin.

3.4.1 Ryhmittely

Vaatimuksia esittävät tahot pohtivat harvoin mihin kategoriaan heidän esittämänsä vaatimuksen kuuluvat eivätkä he välttämättä edes tiedä millaiseksi vaatimusdokumentaatio tulee muodostumaan. Tämän vuoksi vaatimusten dokumentoinnissa kultakin sidosryhmältä saadut vaatimukset tulee sijoittaa niiden oikeille paikoille vaatimusdokumentissa. Tässä jakoprosessissa on nähtävä kaksi eri tekijää:

- 1) vaatimusten ryhmittäminen niiden hierarkkiselle tasolle
- 2) vaatimusten kohdentaminen asialuettelon mukaisille oikeille paikoille



Kuva 20: Vaatimusten ryhmittely hierarkiatasoihin auttaa näkemään vaatimusten vaikutuspiirin sekä huomioimaan mitkä ovat kokonaisuuteen eniten vaikuttavat vaatimukset.

Ensin mainittu tarkoittaa vaatimushierarkian rakentamista. Vaatimusten ryhmittely hierarkiatasoihin auttaa näkemään vaatimusten oikeat vaikutuspiirit sekä fokusoimaan

päähuomio ylemmän tason vaatimuksiin. Tällöin voidaan paremmin nähdä metsä puilta eikä kiinnitetä turhan paljon huomiota sellaisiin vaatimuksiin, joiden vaikuttavuusalue on pieni. Puolustusjärjestelmä voidaan kuvata hierarkkisena mallina, esimerkiksi seuraavasti:

1. (koko) puolustusjärjestelmä
2. Puolustusjärjestelmän osajärjestelmä
3. Osajärjestelmiin kuuluvat joukot ja järjestelmät
4. Joukon käytössä oleva tekninen järjestelmä
5. Järjestelmään kuuluva laitteisto
6. laitteistoon kuuluvaa yksittäinen laite
7. Laitteen moduuli
8. Moduulin komponentti

Vaatimusten kohdentaminen asialuettelon mukaisille paikoille tarkoittaa sitä, että vaatimusdokumentin laatija sijoittaa eri sidosryhmien esittämät vaatimukset vaatimusdokumentaation sisällysluettelon mukaisesti niille paikoille, joissa kyseistä aihepiiriä käsitellään, esimerkiksi toiminnalliset vaatimukset, ympäristövaatimukset, rajapinta-vaatimukset ja niin edelleen.

3.4.2 Yksilöinti

Yksilöinti tarkoittaa vaatimuksen yksikäsitteisesti määrittävän tunnisteiden liittämistä vaatimukseen siten, että vaatimukseen voidaan viitata tällä tunnisteella. Mahdollisia vaihtoehtoja ovat esimerkiksi:

1. Vaatimusten yksilöinti juoksevilla numeroinnilla läpi koko asiakirjan.
 - Etuna on vaatimuksen yksinkertainen numerointi ja tunnistaminen. Haittana hankala ylläpidettävyys ja se, ettei vaatimuksia voida lisätä kerran hyväksytyyn dokumentaatioon muutoin kuin sekoittamalla niiden looginen esiintymisjärjestys.
2. Vaatimusten yksilöinti asiakirjan luvuittain juoksevilla numeroinnilla.
 - Etuna on vaatimuksen sijoittuminen lähelle niitä loogisia kokonaisuuksia, joihin ne liittyvät. Haittana puolestaan on se, että vaatimusdokumentaation väliin voi tulla huomaamattomasti uusia vaatimuksia.
3. Vaatimusten yksilöinti vaatimustyypeittäin ja juokseva numerointi vaatimustyyppien sisällä.
 - Etuna vaatimusten sijoittuminen osaksi niitä loogisia kokonaisuuksia, joihin ne liittyvät. Vaatimuksia voidaan myös liittää jälkikäteen dokumentaatioon ilman, että dokumentaation looginen eheys kärsisi. Haittana on se, että vanhojen vaatimuksen väliin tulevia uusia vaatimuksia ei välttämättä huomata.

Tarkoituksenmukaisin yksilöintimenettely on tapauskohtainen. Tärkeätä on kuitenkin noudattaa ainakin samassa hankkeessa ja projektissa yhdenmukaista yksilöintitapaa.

3.4.3 Priorisointi

Luokitellut ja yksilöidyt vaatimukset edustavat jäsennettyä tietomassaa, joka on paljolti kooste kaikkien asiakas- ja sidosryhmien haluamista vaatimuksista. Vaatimusmassassa voi olla satoja tai jopa tuhansia vaatimuksia. Suureen vaatimusmassaan on helppo hukkaa, ellei perusajatus ole selkeä. Tämän vuoksi vaatimukset on priorisoitava ja tärkeimmät kymmenkunta vaatimusta on tuotava selkeästi esiin. Näin hankkeessa kyetään näkemään metsä puilta. Osa vaatimuksista voi olla ristiriidassa keskenään tai kokonaisuus voi muodostua liian kalliiksi toteuttaa. Tämän vuoksi joudutaan tekemään valintoja siitä, mitkä vaatimukset toteutetaan ja mitä ei. Tämä puolestaan vaatii vaatimusten asettamista tärkeysjärjestykseen, eli niiden priorisoimista.

Vaatimusten priorisointi perustuu siihen, kuinka kriittisiä ne esittäjälleen ovat. Tämä ei kuitenkaan yksinään riitä vaatimusten prioriteetin määrittämiseen, sillä samaan kriittisyysluokkaan kuuluvista vaatimuksista osa on esittäjälleen tärkeämpiä kuin muut. Lisäksi monissa hankkeissa sidosryhmät ovat eriarvoisessa asemassa: joidenkin toiveiden täyttäminen on tärkeämpää kuin toisten. Siten eri sidosryhmien esittämät vaatimukset on kyettävä asettamaan oikeille prioriteettitasoille yhdistetyssä vaatimusdokumentaatioissa.

Vaatimusten priorisoimiseksi on:

1. Asetettava asiakkaat ja muut sidosryhmät tärkeysjärjestykseen.
2. Kuvattava mille vaatimushierarkian tasolle vaatimus kohdentuu.
3. Kuvattava, kuinka kriittinen vaatimus esittäjälleen on.

Jälleen kerran korostuu sidosryhmien oikean tunnistamisen tärkeys. Kun se on tehty huolella, voidaan myös vaatimuksia priorisoida varsin suoraviivaisesti. On täysin tapauskohtaista millaisella painoarvolla eri sidosryhmiin suhtaudutaan, kunhan vain selvästi ymmärretään, että eri sidosryhmillä on erilainen merkitys tehtävän onnistumiselle. Painoarvo voi olla esimerkiksi:

- 10 x aiheesta hyvin kiinnostuneet ja siihen voimallisesti vaikuttavat tahot.
- 6 x aiheesta vähän kiinnostuneet, mutta siihen mahdollisesti voimakkaasti vaikuttavat tahot.
- 3 x aiheesta kiinnostuneet, mutta vähän vaikutusmahdollisuuksia omaavat tahot.
- 1 x aiheesta vähän kiinnostuneet ja vähän vaikutusmahdollisuuksia omaavat tahot.

Ensimmäiseen ryhmäänkin kuuluvien sidosryhmien välillä on eroja siinä, kenen vaatimuksia olisi syytä kuunnella huolellisemmin kuin toisten. Esimerkiksi kehittämisohjelman tai hankkeen rahoittaja on taho, jonka esittämiä vaatimuksia on pidettävä korkealle priorisoituina. Heti rahoittajan jälkeen tulee järjestelmää operoiva taho ja

vasta sen jälkeen järjestelmän loppukäyttäjää. Muut sidosryhmät tulevat tyypillisesti vasta näiden jälkeen.



Kuva 21: Panssarivaunuun liittyvät vaatimukset voivat koskea koko maavoimien vaikuttamisjärjestelmää, panssarivaununuysikköä, itse panssarivaunua tai jotain sen osajärjestelmää. (J. Kosola)

Vaatimushierarkian mukaisesti ryhmiteltyjen vaatimusten osalta hyvä yleissääntö on se, että ylemmälle tasolle kuuluva vaatimus ohittaa alemman tason vaatimuksen. Esimerkiksi järjestelmätason vaatimus ohittaa periaatteessa osajärjestelmätason vaatimuksen riippumatta siitä puhutaanko koko puolustusjärjestelmästä vaiko jostakin yksittäisesti asejärjestelmästä. Priorisoinnissa voidaan käyttää esimerkiksi skaalaa:

10 x koko järjestelmää koskeva vaatimus.

6 x osajärjestelmää koskeva vaatimus.

2 x alijärjestelmää koskeva vaatimus.

Kolmantena tekijänä tulee vaatimuksen kriittisyys. Puolustusvoimien kolmitasoista kriteeristöä käyttäen prioriteettiluokitus voisi olla esimerkiksi:

10 x kriittinen vaatimus

5 x ensisijainen vaatimus

1 x toissijainen vaatimus

Käsitys vaatimusten kokonaisprioriteetista syntyy karkealla tasolla kertomalla edellä kuvatut kolme kriteeriä keskenään. Todellisuus on kuitenkin tällaista yksinkertaista

menettelyä monimutkaisempi, joten lopullinen priorisointi on käytännössä aina tehtävä manuaalisesti. Edellä kuvattu menetelmä kuitenkin helpottaa käsin tehtävää työtä tekemällä alustavan ryhmittelyn.

Vaatimusten priorisointi on erityisen tärkeä asia puolustusvoimien yhteisissä kehittämisohjelmissa ja hankkeissa, jotka koskevat kaikkia puolustushaaroja ja joissa Pääesikunta pyrkii omilla vaatimuksillaan ja koordinoititoimenpiteillään takaamaan puolustusvoimien yhteisen suorituskyvyn syntymisen. Tällöin koordinoivat vaatimukset sekä jonkin toisen puolustushaaran asettamat vaatimukset voivat olla ristiriitaisia hankkeen toteuttavan tai järjestelmää operoivan puolustushaaran vaatimusten kanssa. Tällaisessa tilanteessa on nähtävä puolustusvoimien yhteisen suorituskyvyn luomiseen tähtäävien vaatimusten ylittävän tärkeysjärjestyksessä yhden puolustushaaran vaatimukset.

3.4.4 Vaatimuksen tila

Vaatimuksen dokumentointiin kuuluu myös vaatimuksen tilan dokumentointi, jossa on suositeltavaa käyttää luvussa 2.5.5 kuvattua kymmentä tilaa. Kun vaatimukset on kerätty tai johdettu, niiden tila on yleensä jokin seuraavista:

0. Poistettu
1. Työn alla
2. Määritelty
3. Vahvistettu

Kun vaatimuksen sisältö on saatu kuvattua, sen tilaksi asetetaan määritelty. Jos kerätty tai johdettu vaatimus hylätään esimerkiksi ristiriitaisten vaatimusten aiheuttaman konfliktin vuoksi, sen tilaksi merkitään poistettu. Kun yksittäinen vaatimus tai koko vaatimusdokumentaatio on hyväksytty, vaatimuksen tilaksi asetetaan vahvistettu. Vasta tämän jälkeen ratkaisun suunnittelua, kehittämistä ja rakentamista voidaan jatkaa. Työn edetessä vaatimuksen tila muuttuu ketjussa suunniteltu, toteutettu, valmis, todennettu ja lopulta hyväksytty/hylätty.

3.4.5 Laadittavat vaatimusdokumentit

Tarpeelliset vaatimusdokumentit riippuvat täysin siitä, minkälaisesta tehtävästä on kyse. Vaatimusten dokumentoinnissa on hyvä noudattaa seuraavia yleisperiaatteita:

1. Suorituskykyvaatimukset (capability requirements) pidetään erillään järjestelmävaatimuksista (system requirements). Tällä mahdollistetaan tavoitteen (haluttu suorituskyky) pitäminen selkeästi erillään toteutuksesta (ratkaisulta vaaditut ominaisuudet).
2. Vaatimukset ryhmitellään tehtävän kannalta loogisesti, eikä sidosryhmittäin. Esimerkiksi nimitystä käyttäjän vaatimukset (user requirements) tulee välttää,

koska käyttäjät ovat vain yksi sidosryhmä, ja heillä voi olla sekä suorituskyky- että järjestelmävaatimuksia.

Vaatimukset voidaan laatia kirjallisiksi dokumenteiksi tai koota tietokantaan.

3.4.6 Dokumentaation vahvistaminen

Kun vaatimukset on ryhmitelty, yksilöity, priorisoitu ja varustettu niiden tilaa kuvaavalla tiedolla, vaatimusdokumentti on koottu ja työstetty. Tämän jälkeen se viedään hyväksymisprosessiin, johon kuuluu neljä vaihetta:

1. Vaatimusdokumentin tarkastus (inspection)
2. Vaatimusdokumentin katselmointi (review)
3. Vaatimusdokumentin hyväksyntä
4. Hyväksytyn vaatimusdokumentin viestintä

Nämä toimenpiteet tulee suorittaa jokaiselle vaatimukseen liittyvälle dokumentille, oli kyse sitten varsinaisesta vaatimusdokumentista (esimerkiksi suorituskykyvaatimusdokumentti tai järjestelmävaatimusdokumentti) tai siihen liittyvästä kuvauksesta (esimerkiksi konsepti).

Vaatimusdokumentaation tarkastus (inspection) suoritetaan vaatimusten tai niiden toteuttamiseksi laadittujen kuvausten ja suunnitelmien muodollisen virheettömyyden varmistamiseksi. Muodollisella virheettömyydellä tarkoitetaan vaatimusten formaatin, selkeyden, ristiriidattomuuden, yksikäsitteisyyden yms. muotoseikkojen oikeellisuutta. Tarkastuksessa varmistetaan ennen kaikkea se, että kaikilla vaatimuksilla on määritelty omistaja, kriittisyys, sisältö, täyttymisen arviointikriteeri sekä liittyntä ylempään vaatimukseen. Tarkastuksessa etsitään ja yksilöidään keskenään epäyhtenäiset ja ristiriitaiset vaatimukset sekä yksilöidään epäselvät kohdat. Vaatimusdokumentaation laadintaan osallistuneet henkilöt ovat luonnollisestikin pyrkineet tekemään parhaansa vaatimusten kuvaamiseksi mahdollisimman selkeästi, ymmärrettävästi ja yksikäsitteisesti, joten he tuskin kykenevät löytämään omasta tekstistään kaikkia virheitä, etenkin sellaisia virheitä, jotka liittyvät mahdollisiin tekstin tulkintaeroihin. Omalle tekstille tulee helposti sokeaksi, koska sitä lukee koko ajan mielessään se, mitä itse sitä kirjoittaessaan tarkoitti, eikä niin kuin tekstissä itse asiassa lukee. Tämän vuoksi vaatimusdokumenttien tarkastuksen tulisi suorittaa jonkun muun kuin niiden kirjoittajan. Mikäli useampi kuin yksi henkilö osallistuu vaatimusten keräämiseen ja kirjoittamiseen, nämä voivat tarkistaa ristiin toistensa laatimat vaatimukset.

Vaatimusdokumentaation tarkastus tulee tehdä hyvissä ajoin ennen asiakkaan tai asiakkaiden ja sidosryhmien kanssa suoritettavaa vaatimusten katselmointia.

Vaatimusdokumentin tarkastus:

- Tarkastetaan vaatimusten muodollinen virheettömyys ja keskeiset laatu-kriteerit.
- Etsitään ja yksilöidään keskenään epäyhtenäiset ja ristiriitaiset vaatimukset sekä yksilöidään epäselvät kohdat.

Vaatimusdokumentin katselmointi (review) suoritetaan tarkastuksen jälkeen. Siinä keskitytään substanssin laatuun ja virheettömyyteen ja vältetään puuttumista muoto-seikkoihin. Katselmuksen suorittaa aina *substanssia tunteva henkilöstö*, jolla on valtuudet sekä hylätä että hyväksyä katselmoitava asiakokonaisuus. Vaatimusdokumentin katselmoinnissa tulee järjestelmälle asetettujen vaatimusten ja reunaehtojen oikeellisuuden lisäksi kiinnittää erityistä huomiota siihen, miten vaatimusten mukaan toteutettu suorituskky tai järjestelmä kykenisi toimimaan sodan ajan ympäristössä vihamielisen tiedustelun, valvonnan ja vaikuttamisen alaisena. Apuna tässä on usein perusteltua käyttää nimettyä opponenttia, jonka kriittistä arviota vastaan vaatimusdokumenttia on kyettävä puolustamaan.

Katselmuksen merkitys on moninainen. Se mahdollistaa kehittämisohjelman, hankkeen tai projektin asianmukaisen etenemisen valvonnan ja ohjauksen sekä ulkoisen laadunvarmistuksen. Kehittämisohjelman, hankkeen tai projektin itsensä kannalta merkittävää on se, että katselmuksessa varmistutaan siitä, että siihen mennessä tehty työ vastaa asiakkaan ja muiden sidosryhmien näkemyksiä ja tarpeita. Samalla kyetään hyödyntämään asiakkaan osaamista virheellisten vaatimusten havaitsemiseksi ja korjaamiseksi, saadaan asiakkaan hyväksyntä tehdylle työlle ja lupa jatkaa hanketta katselmuksessa mahdollisesti sovituin korjauksin ja tarkennuksin. Lisäksi hankkeen tekemien vaatimusdokumenttien ja suunnitelmien hyväksyntä katselmoinnissa sitouttaa asiakkaat ja sidosryhmät vaatimuksista johtuviin seurannaisvaikutuksiin, kuten resurssitarpeisiin. Tämän vuoksi katselmukseen tulisi saada mahdollisimman laaja osanotto asiakas- ja sidosryhmistä.

Vaatimusdokumentin katselmointi:

- Varmistetaan, että kaikki ymmärtävät vaatimukset ja pitävät niitä tarkoituksenmukaisina.
- Keskitytään substanssin laatuun ja virheettömyyteen ja vältetään muoto-seikkoihin puuttumista.
- Suorittaa aina substanssia tunteva henkilöstö, jolla on valtuudet sekä hylätä että hyväksyä asiakokonaisuus.
- Sitoutetaan sidosryhmät vaatimuksiin ja niiden seurannaisvaikutuksiin.

Vaatimusdokumentin katselmoinnissa keskitytään tarkastelemaan vaatimusten:

- ymmärrettävyyttä: kaikki vaatimus katselmukseen osallistuvat ymmärtävät vaatimuksen sisällön ja merkityksen

- oikeellisuutta: kaikki katselmukseen osallistuvat näkevät vaatimuksen oikeaksi
- riittävää tarkkuutta ja riippumattomuutta: vaatimusta ei tarvitse tarkentaa eikä se viittaa johonkin standardiin tai muuhun dokumenttiin, joka ei ole osa vaatimusdokumentaatiota
- sisäistä ja keskinäistä ristiriidattomuutta: ensin mainitulla tarkoitetaan sitä, etteivät vaatimuksen osat ole ristiriidassa keskenään ja jälkimmäisellä sitä, ettei kaksi tai useampi vaatimuksista ole ristiriidassa toistensa kanssa
- kattavuutta: vaatimus sisältää kaikki tarvittavat lähtötiedot
- saavutettavuutta: vaadittu tavoite on realistisesti saavutettavissa
- perusteltavuutta niistä aiheutuviin kustannuksiin nähden, mikäli ne ovat tiedossa

Hyväksyttävästi suoritettua katselmoinnin jälkeen vaatimusdokumentaatio hyväksytään käyttöön otettavaksi. Tämän jälkeen vaatimusdokumentaatio jaetaan sidosryhmille tai niille annetaan luku-oikeus tietojärjestelmään ja vain dokumentin hyväksymisestä tiedotetaan sidosryhmille. Joidenkin sidosryhmien osalta saattaa riittää pelkkä tiedonanto hyväksytyn dokumentaation olemassaolosta.

3.5 VAATIMUSTEN ANALYSOINTI

Vaatimusten analysoinnin tarkoituksena on arvioida ovatko vaatimukset riittävän laadukkaita, jotta niiden perusteella voidaan ryhtyä tekemään ratkaisun suunnittelua ilman merkittäviä riskejä sekä tunnistaa mitkä ovat suorituskyvyn, kustannusten ja aikataulun kannalta keskeisimmät vaatimukset. Vaatimuksia tulee tarpeen mukaan analysoida jo niitä laadittaessa, koottaessa vaatimusdokumentteja sekä tehtäessä elinjaksopäätöksiä. Tähän lukuun on koottu yhdeksi kokonaisuudeksi tärkeimmiksi katsotut vaatimusten analysointiin liittyvät seikat.

Vaatimuksia voidaan analysoida kolmesta eri näkökulmasta:

1. kutakin vaatimusta yksilönä
2. kaikista vaatimuksista muodostuvaa kokonaismassaa
3. vaatimusta osana vaatimusten muodostamaa verkkoa

3.5.1 Yksittäisen vaatimuksen analysointi

Kunkin vaatimuksen kohdalla on hyvä tarkastella ainakin seuraavia seikkoja:

1. Täyttääkö vaatimus asetetut muotovaatimukset (ks. luvut 2.2-2.6):
 - a. Vaatimuksella on sen yksilöivä yksikäsitteinen tunniste.
 - b. Vaatimuksella on omistaja.

- c. Vaatimuksen liityntä edellisen suunnitteluvaiheen tai vaatimushierarkiassa ylemmän tason vaatimukseen on kuvattu.
2. Täyttääkö vaatimuksen sisältö asetetut laatuvaatimukset (katso luku 2.7):
- a. Onko vaatimuksen kohde määritetty ja onko määrittäminen tehty oikein?
 - b. Onko vaatimuksen kuvaus tehty asianmukaisesti:
 - 1) Onko vaatimus tarpeellinen?
 - 2) Onko vaatimus yksikäsitteinen vai sisältääkö sen mahdollisuuden vaihtoehtoihin tulkintoihin?
 - 3) Onko vaatimus laadittu ytimekkääksi ja onko se minimalistinen vai sisältääkö se tarpeettomia sanoja?
 - 4) Sisältääkö vaatimus aihealuepesifisiä sanoja (ns. jargonia), joiden ymmärtäminen edellyttää aihealueen tuntemusta tai joista käytetään erilaisia nimityksiä muilla tekniikan tai toiminnan alueilla?
 - 5) Sisältääkö vaatimus virheellisen tulkinnan mahdollistavia tai lukemista ja ymmärtämistä häiritseviä kielioppivirheitä?
 - 6) Onko vaatimus toteutusriippumaton?
 - 7) Onko vaatimus ristiriidaton?
 - 8) Onko vaatimus saavutettavissa?
 - c. Onko vaatimuksen täyttymisen todentamismenetelmä ja kriteeri kuvattu?
 - d. Onko vaatimuksen kriittisyys määritetty?
 - e. Onko vaatimuksen suojataso määritetty oikein?

Jos vaatimuksella ei ole yksikäsitteistä tunnistetta, sellainen pitää sillä antaa. Kullekin vaatimukselle voidaan laskea laatuindeksi, esimerkiksi huomioimalla kymmenen tärkeintä vaatimuksen sisällön ominaisuutta:

- 1) Vaatimukselle on liityntä edellisen suunnitteluvaiheen tai vaatimushierarkiassa ylemmän tason vaatimukseen.
- 2) Vaatimuksen kohde on määritetty oikein.
- 3) Vaatimus on selkeä ja yksikäsitteinen.
- 4) Vaatimus on ytimekäs ja minimalistinen.
- 5) Vaatimus sisältää vain yleisesti samalla tavoin ymmärrettäviä käsitteitä.
- 6) Vaatimus on toteutusriippumaton.
- 7) Vaatimus on ristiriidaton.
- 8) Vaatimus on saavutettavissa.
- 9) Vaatimuksen täyttymisen todentamismenetelmä ja kriteeri on kuvattu.
- 10) Vaatimuksen kriittisyys on määritetty.

Vaatimuksen oikeellisuutta ja tarpeellisuutta on vaikea arvioida suoraan, sillä usein se on subjektiivinen kysymys..

3.5.2 Vaatimusmassan analysointi

Kun kukin vaatimus on analysoitu, voidaan joko parantaa heikkotasoisien vaatimusten laatua täydentämällä, karsimalla ja tarkistamalla niiden sisältöä tai siirtyä analysoimaan vaatimusmassaa kokonaisuutena. Arvioitaessa vaatimusten muodostamaa kokonaisuutta tarkastellaan sitä, muodostavatko vaatimukset kokonaisuuden, jossa

1. Vaatimukset ovat keskimäärin riittävän laadukkaita.
 - Laatutason keskiarvo on esimerkiksi välillä 7-10 ja heikkotasoisia (laatu-taso alle 7) vaatimuksia on hyväksyttävä määrä (esim. alle 5 %).
 - Kokemuksen mukaan vaatimusmassa, joka tällaisessa analysoinnissa saavuttaa arvosanan 7,0 tai enemmän antaa perusteet olettaa, että hankkeella on olemassa onnistumisen edellytyksiä. Vaatimusmassaa, jonka kokonais-arvosana on alle 7, on syytä parantaa ja sitten katselmoida huolellisesti uudelleen.
2. Vaatimuksia on tarkoituksenmukainen määrä eri hierarkiatasoilla.
 - Lasketaan kuinka suuri osa vaatimuksista kohdistuu koko järjestelmään tai kehitettävään suorituskäyttöön ja kuinka suuri osa alempiin järjestelmätasoihin tai suorituskäytön osatekijöihin. Mitä ylemmäs vaatimukset kohdistuvat, sitä suurempi vaikutus niillä on ja sitä suurempi toteutusvapaus järjestelmän suunnitteluun jää. Toisaalta ylemmän tason vaatimukset ovat tyypillisesti vähemmän konkreettisia. Näiden seikkojen vuoksi hankkeissa ja projekteissa tulisi aluksi kuvata vain ylimpien tasojen vaatimuksia, joista sitten ratkaisun suunnittelun edetessä johdetaan alempien tasojen vaatimuksia. Huolestua pitää, jos työn alussa esitetään paljon alempien tasojen vaatimuksia tai jos työn ollessa jo pitkällä käytettävissä on vain ylimmän tason yleisiä vaatimuksia.
3. Vaatimuksia on saatu riittävässä määrin kaikilta olennaisilta sidosryhmiltä.
 - Lasketaan eri sidosryhmien asettamien vaatimusten määrä. Mikäli jokin keskeinen sidosryhmä ei ole asettanut vaatimuksia tai niitä on hyvin vähän, on syytä varmistaa mistä tämä johtuu ja mitä riskejä tästä työlle aiheutuu. Jos esimerkiksi loppukäyttäjä tai suorituskäytävästään taho ei ole asettanut mitään vaatimuksia, on vaikea nähdä, että hanke tai projekti voisi onnistua, vaikka työssä onnistuttaisiinkin saavuttamaan annetut vaatimukset täyttävä ratkaisu.
4. Vaatimukset kattavat tarpeelliset asiat suhteellisen tasapuolisesti.
 - Lasketaan mihin kohteisiin (järjestelmän tai suorituskäytön osa tai muu tekemisen kohde) vaatimukset kohdistuvat ja arvioidaan huomioiko vaatimusmassassa riittävästi kaikkia alueita.
5. Kriittisten, ensisijaisten ja toissijaisten vaatimusten suhde on tarkoituksenmukainen.
 - Liian monen vaatimuksen määrittäminen kriittiseksi vaikeuttaa erilaisten kompromissien tekoa ja voi johtaa toimivien ratkaisujen hylkäämiseen.

Toisaalta liian pieni kriittisten vaatimusten määrä voi johtaa sinänsä toimivan, mutta käytännössä käyttökelvottoman, ratkaisun kehittämiseen. Oikea määrä on aina tapauskohtainen, mutta kokemus on osoittanut, että esimerkiksi suhde 10 - 30 - 60 % voisi olla tarkoituksenmukainen. Olen- naista on pitää kriittisten vaatimusten määrä riittävän pienenä.

Vaatimusten oikeaa määrää eri hierarkiatasoilla on mahdotonta yleispätevästi sanoa. Tärkeätä on ylipäänsä tiedostaa kuinka suuri osa vaatimuksista kohdistuu suoritus- kyvyn tai järjestelmän eri hierarkiatasoille. Epäsuhta näissä viestii yleensä huonosta suunnittelusta. Jos esimerkiksi koko järjestelmälle on paljon vaatimuksia, osajärjestel- mille vähän tai ei laisinkaan ja sitten taas niiden yksittäisille laitteille on paljon vaati- muksia, on ilmeisesti kyse siitä, että projektissa on liian nopeasti kiirehditty ostamaan jotakin. Vastaavasti jos suorituskykyvaatimuksista on hypäty lähes suoraan järjestel- mävaatimuksiin ilman kyvykkyysvaatimusten määrittämistä, kyse on todennäköisesti siitä, että vaihtoehtoisia konsepteja suorituskyvyn luomiseksi ei ole edes pohdittu, vaan joku on vetänyt hihasta yhden ratkaisumahdollisuuden, jota on sitten kiirehditty suunnittelemaan.

Vaatimusmassan kattavuutta voidaan arvioida kysymällä:

- 1) Löytyykö vaatimuksista kannanotto kaikkiin tekemisen ja kehitettävän ratkai- sun kannalta tarpeellisiin seikkoihin?
- 2) Onko kaikki tunnistetut sidosryhmät huomioitu vaatimuksia kerätessä ja onko ainakin tärkeimmiltä sidosryhmiltä saatu riittävästi vaatimuksia?

Se, mitkä kaikki seikat ovat tarpeellisia, riippuu tietysti siitä, minkälaisesta tehtävästä on kyse. Esimerkiksi kehitettäessä sotilaallista suorituskykyä, pitäisi vaatimuksista löytyä kannanotto kaikkiin suorituskyvyn osa-alueisiin. Kattavuutta voidaan arvioida esittämällä kysymyksiä:

- Kuinka paljon
- Kuinka hyvin
- Kuinka nopeasti
- Kuinka kauan
- Kuinka usein
- Milloin
- Missä

Tasapuolinen kattavuus tarkoittaa sitä, että vaatimuksissa otetaan kantaa riittävässä määrin kaikkiin tarpeellisiin osa-alueisiin. Vaatimusten epätasapainoisuus kertoo paljon sen taustalla olevan osaamisen kapea-alaisuudesta ja vaatimustenlaadinta- prosessin huolimattomuuksista. Nopea tapa selvittää dokumentin tasapainoisuus, on tarkastella sisällysluetteloa: jos esimerkiksi tykistöjärjestelmää käsittelevä dokumentti sisältää 50 sivua tykkiin liittyviä vaatimuksia ja vain kaksi sivua tulenkäytön johtami- seen liittyviä vaatimuksia, on selvää, ettei suorituskykyä ole mietitty kokonaisuutena.

Tällainen johtaa ”orpoihin osajärjestelmiin”, joiden vaatimuksiin ei syystä tai toisesta ole panostettu ja joissa siten hyvin potentiaalisesti piilee merkittäviä riskejä.



Kuva 22: Ohjusjärjestelmän vaatimusten kattavuutta voi arvioida tarkastelemalla vastaavatko ne kysymyksiin kuinka monta, kuinka suurella todennäköisyydellä, kuinka nopeasti, kuinka pitkään, kuinka usein ja millaisissa olosuhteissa. (J. Kosola)

Mikäli joiltakin keskeisiltä sidosryhmiltä - siis niiltä, joilla voi olla mahdollisesti suuri vaikutus koko tehtävän onnistumisen kannalta - ei ole saatu vaatimuksia, heidän kanssaan on selvitettävä erikseen eikö heillä todellakaan ole vaatimuksia tai odotuksia, vai onko vaatimusten keräämisessä ollut puutteita. Kuten huomataan, vaatimustenhallinnan aloittaminen huolellisella sidosryhmäanalyysillä edesauttaa myöhempien työvaiheiden suunnittelua, analysointia ja riskienhallintaa melkoisesti.

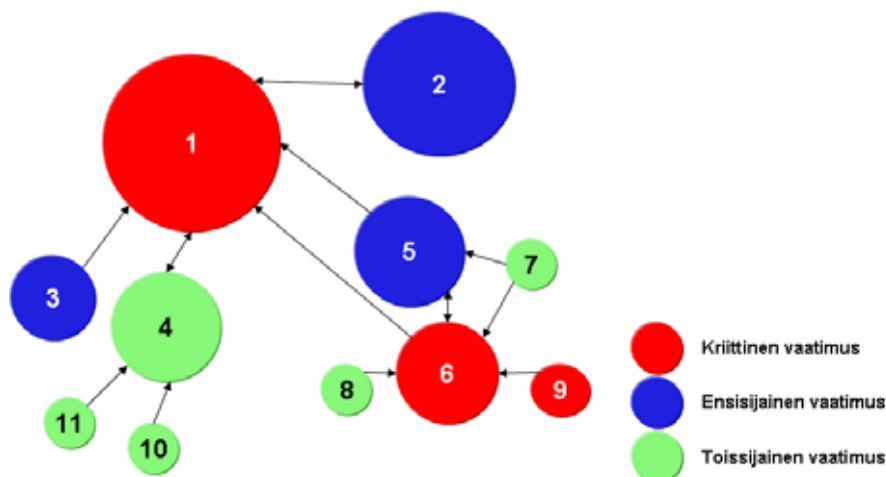
3.5.3 Vaativuusverkoston analysointi

Edellä vaatimuksia tarkasteltiin yksilöinä tai kokonaisjoukkona ilman pohdintaa vaatimusten keskinäisistä liittymäistä ja vuorovaikutussuhteista. Tällaisen tarkastelun avulla kyetään arvioimaan ovatko vaatimukset riittävän laadukkaita ja onko vaatimuksia laadittaessa osattu huomioida riittävässä määrin kaikki olennaiset asiat. Näiden tarkastelujen perusteella ei kuitenkaan kyetä muodostamaan käsitystä siitä, mitkä vaatimukset ovat ohjaavat suurella määrällä muita vaatimuksia ja siten kokonai-

suuden ratkaisua. Näiden voimakkaasti kokonaisuuteen vaikuttavien vaatimusten tunnistaminen on tärkeää hankkeen riskien hallinnan kannalta ja kokonaisuuden kustannustehokkaan optimoimisen mahdollistamiseksi.

Yksittäisen vaatimuksen tärkeys määräytyy vaatimuksen kriittisyyden mukaan ja sen perusteella mille hierarkiatasolle vaatimus kohdistuu. Ylimmälle hierarkiatasolle, eli koko tarkasteltavalle kokonaisuudelle kohdistuva kriittinen vaatimus on kaikkein tärkeintä luokkaa, kun taas alimmalle tasolle kohdistuvan ei-kriittisen vaatimuksen merkitys on vähäisin. Vaatimusmassassa vaatimuksen tärkeys riippuu paitsi vaatimuksen itsensä tärkeydestä, myös siitä kuinka moneen muuhun vaatimukseen se vaikuttaa. Vaatimusten tärkeyttä voidaan arvottaa sen mukaan kuinka monta linkkiä muista vaatimuksista kulloinkin tarkasteltavaan vaatimukseen on ottaen samalla huomioon se, mikä on liittyvien vaatimusten tärkeysluokitus. Koska liittyvän vaatimuksenkin tärkeys riippuu siihen tulevista linkeistä ja linkkien takana olevien vaatimusten tärkeydestä, tällainen analysointi edellyttää käytännössä elektronista vaatimustietokantaa ja automaattisia luokitusalgoritmeja.

Ratkaisun suunnittelussa sekä vaatimusten muutosten seurannaisvaikutusten arvioinnissa tulisi kiinnittää erityistä huomiota tärkeimpiin vaatimuksiin, koska niiden oikea määrittäminen ja huolellinen muutostenhallinta vaikuttavat keskeisesti projektin onnistumiseen. Vaatimusten kohteiden perusteella voidaan myös tunnistaa mitkä vaatimukset mahdollisesti liittyvät toisiinsa. Tämä on mahdollista, jos sinänsä toteutusriippumattomat ja näennäisesti toisiinsa liittymättömät vaatimukset liitetään toteutukseen kohdistamalla vaatimus johonkin järjestelmän osaan, jonka tehtävänä on täyttää vaatimus. Yleensä vaatimus allokoidaan jollekin järjestelmäarkkitehtuurissa tai suorituskyyarkkitehtuurissa määritellylle järjestelmän tai suorituskyyvyn osalle. Tällöin on mahdollista tunnistaa samalle osalle kohdistuvat vaatimukset ja arvioida vaikuttavatko ne toisiinsa.



Kuva 23: Havainnekuva vaatimusten tärkeysluokituksesta vaatimusten välisten sidosten perusteella. Mitä suurempi ympyrä vaatimusta kuvaa, sitä tärkeämpi vaatimus on.

Vaatimusverkoston analysoinnilla voidaan myös selvittää johtavatko vaatimukset linkitysketjun kautta itseään ruokkivaan ketjuun tai keskenään ristiriitaisiin seurannaisvaikutuksiin.

3.6 VAATIMUSTEN VALIDOINTI

Validointi, josta käytetään myös nimitystä tosittaminen, tarkoittaa sen varmistamista, että ollaan tekemässä oikeata asiaa. Vaatimusten validointi tarkoittaa toimintoja, joilla arvioidaan ja päätetään ovatko asetetut vaatimukset tarpeellisia ja oikeita. Usein vaatimukset laaditaan kehitysprosessin alussa vähäisin tiedoin siitä, millaiseen ratkaisuun asetetut vaatimukset johtavat. Kun ratkaisu alkaa hahmottua, on syytä tarkastella ensin vastaako ratkaisu asetettuja vaatimuksia (onko asia tehty oikein) ja sitten vastaavatko asetetut vaatimukset tarvetta (onko tehty oikeata asiaa). Mitä varhaisemmassa vaiheessa tämä tehdään, sitä vähemmän resursseja ratkaisun kehittämiseen on kulutettu. Jos validointi tehdään vasta testaamalla kehitettyä ratkaisua lopullisesti valmiina, saadaan varmasti luotettava arvio siitä olivatko vaatimukset oikeita, mutta toisaalta mahdollisuudet tehdä mahdollisille puutteille tai virheille mitään ovat vähäisiä. Sen vuoksi on syytä pohtia miten vaatimuksia kyettäisiin validoimaan ja tarkentamaan sekä tarkistamaan työn edetessä. Mahdollisia keinoja ovat ratkaisun simulointi tietokoneella, demonstraattoreiden ja prototyyppien kehittäminen sekä toteutussuunnitelmien analysointi esimerkiksi vertaisarviointina (peer review).

3.7 MUUTOSTENHALLINTA

On erittäin tärkeätä tiedostaa, että tehtävän onnistumisen kannalta voi olla välttämätöntä muuttaa vaatimuksia niiden hyväksymisen jälkeen. Tällä vältetään päätyästä umpikujaan tai lukittautumisesta kalliisiin tai muutoin epätyytyttäviin ratkaisuihin. Muutoksen syitä voi olla monia, esimerkiksi:

1. Puolustusvoimien ulkopuolelta tulevat perusteet

- puolustusvoimien tehtävien muuttuminen
- muutokset toimintaympäristössä: sodan ja taistelun kuvan muutokset, uhkatason muutos
- poliittisten tavoitteiden ja reunaehtojen muutokset
- kansallisessa lainsäädännössä sekä kansainvälisissä sopimuksissa tapahtuneet muutokset.
- kansainvälisen yhteistyön tuomien mahdollisuuksien huomioiminen
- viranomaisyhteistyön mahdollisuuksien huomioiminen
- käyttöön saatavien resurssien muutokset
- teknologiset muutokset, kuten uusien teknologioiden huomioiminen ja käytössä olevien, teknologian vanhentuminen



Kuva 24: Ilmatyynyalus Tuuli on hyvä esimerkki siitä, miten toimintaympäristön muutos vaikuttaa suorituskyyvaatimuksiin. (SA-kuva)

2. Puolustusvoimien sisällä muodostuvat perusteet

- strategisten linjausten muuttuminen
- tarkempien suunnitteluperusteiden muodostuminen suorituskyyvyn suunnittelun, kehittämisen ja rakentamisen myötä
- aikataulu-, kustannus- ja suorituskyyriskien ennakkoinnin tai vaikutusten torjunnan kannalta välttämättömät vaatimusten muutokset
- suorituskyykonseptissa tapahtuneet muutokset ja puolustusjärjestelmän osajärjestelmien välisen roolin muuttuminen
- kehittämisohjelmatasolla tapahtuneet tavoitteiden ja aikataulujen muutokset
- järjestelmään liittyvien rinnakkaisten järjestelmien muuttuminen
- joukon käyttämän varustuksen muuttuminen

Vaatimuksia voi muokata ennen niiden hyväksymistä lähes vapaasti. Tilanne muuttuu täysin sen jälkeen kun vaatimus on hyväksytty. Tämän jälkeen vaatimusta voi muuttaa vain muutoksenhallinnan keinoin. Muutostenhallinnalla varmistetaan, että:

- Muutosehdotukset tulevat kirjatuiksi ja muutoksen kohteet yksilöidyiksi.
- Kaikki ne tahot, joihin muutoksella on vaikutusta, ovat tietoisia sekä esitettävistä että hyväksytyistä muutoksista ja heillä on mahdollisuus vaikuttaa muutoksen sisältöön ja hyväksymiseen ennen kuin niistä päätetään.
- Muutosten hyväksymisen yhteydessä on selvitetty muutoksen seurannaisvaikutukset sekä aikatauluun ja kustannuksiin että saavutettavaan suorituskyykyyn.
- Muutoksen mahdollinen vaikutus muihin kehittämisohjelmiin, hankkeisiin ja sidosryhmiin on arvioitu.

- Muutoksen hyväksyy vaatimuksen omistaja tai hanke- tai projektisuunnitelmassa tähän valtuutettu henkilö.

Jotta suunnittelutyöhön osallistuvat henkilöt tuntevat oikeat menettelytavat, tulee prosessikuvauksissa tai esimerkiksi hanke- tai projektisuunnitelmassa kuvata miten muutoksia hallitaan ja käsitellään. Tässä on hyvä hyödyntää esimerkiksi puolustusvoimien projektiohjetta. Muutoksista tulee dokumentoida ainakin:

1. muutoksen esittäjä: nimi ja asema suhteessa tehtäväkokonaisuuteen
2. muutosesityksen kohde ja ”omistaja”: mihin vaatimukseen muutos kohdistuu. On huomattava, että muutos voi kohdistua vaatimukseen (eli mitä suunnittelun tulokselta vaaditaan) tai suunnittelun tulokseen (eli miten vaatimus täytetään). Jos muutos kohdistuu vaatimukseen, tulee selvittää kuka kyseisen vaatimuksen omistaa. Jos muutos kohdistuu suunnittelun tulokseen, kyseessä ei ole vaatimustenhallintaan liittyvä tehtävä, vaan se kuuluu tekniselle suunnittelu-prosessille.
3. muutosesityksen perustelu: miksi muutos halutaan toteuttaa.
4. muutoksen seurannaisvaikutukset tuotteeseen, hankkeeseen ja sidosryhmiin, erityisesti suorituskykyyn, aikatauluun, kustannuksiin ja riskitasoon
5. muutoksen vaikutusalue, eli keille muutoksesta on erityisesti tiedotettava, keiden lausuntoa kenties tarvitaan ennen hyväksymispäätöksen tekemistä ja keiden osalta on varmistuttava, että muutos on todella huomioitu
6. merkintä muutosesityksen hyväksymisestä ja hyväksyjän tiedot
7. muutoshistorian ylläpito: miten asiakirjat versioidaan, miten muutokset merkitään niihin ja miten muutoshistoriaa voi jäljittää aiempiin vaatimus-kuvauksiin

On seurattava myös sitä, että vaatimuksiin kohdistuvat muutokset todella menevät perille ja kaikkien tarpeellisten osapuolten tietoon. Tämä kuuluu hankkeen tai projektin eheydenhallintaan tai kehitettävän ratkaisun konfiguraationhallintaan. Vaatimuksiin kesken projektin tehtävät muutokset muodostavat tunnetusti merkittävän riskin projektitehtävän onnistumiselle, joten vaatimuksiin tehtävien muutosten ja niiden toteutumisen sekä päätösten seurannaisvaikutusten seurannan voidaan katsoa olevan myös riskienhallintakysymys.

Kehittämisojelma-, hanke- tai projektisuunnitelmassa tms. asiakirjassa on kuvattava:

- miten muutosehdotukset esitetään
- kuka muutosehdotukset ottaa vastaan
- miten ehdotukset käsitellään ja kuka valmistelusta vastaa
- miten ehdotukset hyväksytään ja kuka ne hyväksyy
- miten hyväksytyt muutokset tiedotetaan hanke-, asiakas- ja sidosryhmäorganisaatiossa ja kuka siitä vastaa

- miten muutosten toteutuminen varmistetaan

Hyvin hallitussa tehtäväkokonaisuudessa suunnittelutyön tulokset jäädytetään ennalta määritetyissä vaiheissa **vahvistetuiksi perustasoiksi** (baseline). Myös vaatimusdokumentteja on hyvä hallita vahvistettujen perustasojen avulla, esimerkiksi ketjussa 1) alustavat vaatimukset, 2) prototyypivaatimukset, 3) lopulliset vaatimukset. Kun alustavat vaatimukset on hyväksytty, niihin tulevia muutoksia hallitaan formaalin muutoksenhallinnan prosessin mukaisesti, mutta samaan aikaan voidaan vapaasti ilman muutostenhallintaa koota prototyypivaatimusdokumenttia. Kun prototyypivaatimusdokumentti on hyväksytty, sitäkin aletaan elättää muutostenhallinnan prosessin mukaisesti. Näin vaatimusmäärittelytyö etenee hallitusti: hyväksytyjä dokumentteja hallitaan formaalista, millä varmistetaan työn luotettavuus ja luonnosasteella oleviin dokumentteihin ei sovelleta tarpeettoman byrokraattisia menetelmiä.

3.8 TÄYTTYMISEN VALVONTA

Työn edetessä vaatimusten tila muuttuu hyväksytystä ensin suunnitelluksi, sitten toteutetuksi, valmiiksi, todennetuksi ja lopulta hyväksytyksi tai hylätyksi. Yleensä ratkaisun kehittäjäorganisaatio määrittää kolme ensimmäistä tilaa suunnittelu-, kehittämis- ja rakentamistyön edetessä. Tilaksi merkitään suunniteltu, kun vaatimuksen käytännön toteuttaminen on suunniteltu, toteutetuksi, kun ratkaisu on toteutettu ja valmis arvioitavaksi. Tämän jälkeen vastuu siirtyy edelliselle työvaiheelle tai ylemmälle hierarkiatasolle, jonka tehtävänä on todeta, että vaatimuksen täyttyminen on todennettu arvioimalla tai analysoimalla toteutuksen ominaisuudet. Sen jälkeen tiedetään voidaan ratkaisu hyväksyä vai tulee se hylätä ja asetetaanko vaatimuksen tilaksi hyväksytty vai hylätty.



Kuva 25: Maastotelakuorma-auton rinteennousukykyvaatimuksen täyttymisen todentaminen. (J. Kosola)

Vaatimuksen tilan elättäminen on osa ratkaisun kehittämistä, eikä siten kuulu muutostenhallinnan piiriin. Muutoksenhallinta koskee muutoksia siihen, mitä vaaditaan, vaatimuksen tilan hallinta koskee hyväksytyn vaatimuksen täyttymisen seuranta. Valtuudet päättää muutoksista on yleensä kehittämisohjelman, hankkeen tai projektin päälliköllä, kun taas oikeus tilamuutosten tekemiseen on yleensä suunnittelu-, testaus- ja vastaanottohenkilöstöllä.

Tieto siitä, täyttääkö toteutus sille asetetut vaatimukset saadaan ratkaisun verifiointilla (verification). Keinoina voidaan käyttää esimerkiksi seuraavia toimenpiteitä:

- 1) **tarkastusta** (inspection), jossa vaatimuksen täytyminen tarkistetaan ratkaisun suunnitelmasta tai toteutuksesta. Tarkastus on helppoa, mikäli vaatimus on esitetty matemaattisessa muodossa, esimerkiksi suurimpana sallittuna leveytenä, tai maksimipainona.
- 2) **analysointia** (analysis), jossa asiantuntijat arvioivat toteutuskuvauksia, kuten suunnittelukaavioita tai ohjelmakoodia.
- 3) **testaamista** (testing), jossa toteutusta tai sen osaa kokeillaan joko todellisessa tai keinotekoisessa ympäristössä, esimerkiksi toimintakyky kylmässä voidaan todentaa asettamalla testattava laite kylmäkaappiin ja tarkistamalla sen toimivuus.
- 4) **demonstroimista** (demonstration), joka on testiä kevyemmin suunniteltu, instrumentoitu ja dokumentoitu kokeilu, jossa toimittaja osoittaa asiakkaan hyväksyntää varten jonkin ominaisuuden täyttymisen käyttämällä järjestelmää, esimerkiksi osoitetaan keskimääräinen vikaväli.
- 5) **Kokeilemistä** (evaluation) tai **kenttäkokeita** (field testing), joissa todelliset käyttäjät kokeilevat toteutusta.



Kuva 26: Testaus on usein ainoa keino ympäristöolosuhdevaatimusten täyttymisen todentamiseen. (Insta Defsec)

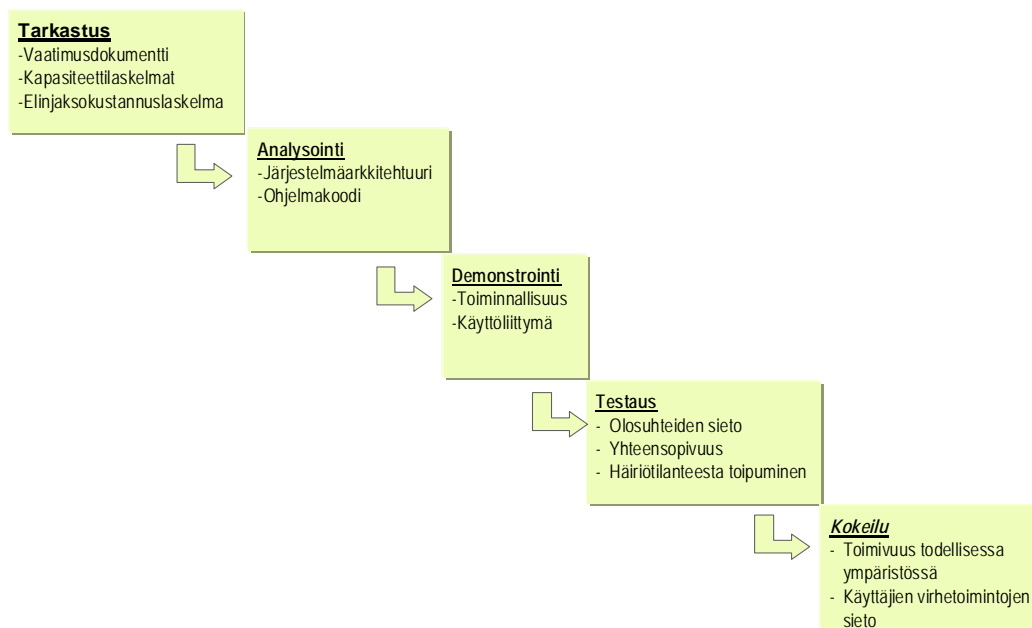
Tarkastusta voidaan suorittaa missä vaiheessa tahansa. Se ei vaadi ratkaisun olevan valmis, vaan on mahdollista suorittaa jo ennen valmistuksen aloittamista. Toisaalta tarkastuksen luotettavuus riippuu täysin sitä suorittavan henkilöstön ammattitaidosta ja kokemuksesta ja on joskus tarkastajien subjektiivisen arvion varassa. Testaaminen antaa luotettavampaa tietoa, sillä se tehdään toteutetulle ratkaisulle. Testaus suoritetaan aina hallituissa olosuhteissa. Testit suorittaa yleensä testaamiseen erikoistunut henkilöstö erityisin testilaitteistoin ja usein myös testausta varten rakennetuissa tiloissa. Järjestelyn etuna on se, että suoritettut testit ovat toistettavissa, mikä mahdollistaa virheiden ja puutteiden systemaattisen etsimisen ja paikantamisen. Lisäksi testaamiseen erikoistunut henkilöstö pystyy yleensä kokemuksensa perusteella löytämään tyypillisimmät virheet. Testaamisen haittapuolena on sen vaatimien olosuhteiden järjestämisen vaikeus, kalleus ja rajallisuus. Kaikkea ei kannata testata. Lisäksi kokemus on osoittanut, että testausammattilaiset tarkastelevat testattavaa kohdetta sen suunnittelijan ja rakentajan näkökulmista, mikä rajoittaa todellisten testien kattavuutta ja siten testauksen luotettavuutta. Testaamisessa voidaan käyttää hyväksi standardeja. Vaadittaessa testaamista jonkin standardin mukaisesti on aina oltava perillä siitä, mitä kyseinen standardi testausympäristöltä, testiasetelmalta ja testausmenetelmiltä vaatii: jokin standardi saattaa edellyttää suuren hallin tai liikuttelukoneiston rakentamista, toinen taas voi edellyttää että testattavia yksilöitä tuhotaan jokin määrä.



Kuva 27: Kenttäolosuhteissa järjestetty demonstraatio. (J. Kosola)

Toimittajan suorittama demonstrointi ei koskaan voi korvata varsinaista testiä tai kokeilua, sillä demonstroinnin tavoitteena on osoittaa, että ratkaisu toimii, ei etsiä siinä piileviä virheitä. Tämän johdosta demonstrointi kuvaa ideaalitulannetta: järjestelmä toimii ainakin joissakin olosuhteissa ja tilanteissa. Testaamisen tavoitteena sen sijaan on varmistaa, että ratkaisu toimii kaikissa sellaisissa olosuhteissa ja tilanteissa, jotka saattavat tulla vastaan järjestelmää käytettäessä, huollettaessa, varastoitaessa, kuljetettaessa tai koulutettaessa.

Kokeilutoiminta on testaamista epämääräisempää ja tapahtuu yleensä todellisissa olosuhteissa ja kehitetyn ratkaisun todellisten tai suunniteltujen loppukäyttäjien toimesta. Laajamittaista kokeilukäyttöä todellisessa toimintaympäristössä ja todellisten loppukäyttäjien toimesta kutsutaan kenttäkokeeksi. Kenttäkokeiden heikkoutena on ympäristön ja toiminnan hallitsemattomuus. Kokeessa vallinneita olosuhteita ei yleensä kyetä tarkasti kirjaamaan, saati että niitä kyettäisiin ohjaamaan. Koehenkilöstö käyttää testattavaa ratkaisua niin kuin parhaaksi näkee eikä koetta useinkaan voida keskeyttää havaitun ongelman eristämiseksi. Kokeesta saadaan kyllä paljon arvokasta tietoa, mutta se ei korvaa testaamista. Toisaalta kokeet täydentävät testausta sen vuoksi, että todellisten käyttäjien suorittamana niissä ratkaisua tarkastellaan eri näkökulmasta kuin testauksessa ja lisäksi olosuhteet vastaavat paremmin todennäköisiä olosuhteita.



Kuva 28: Projekteissa voidaan käyttää useita erilaisia vaatimusten täyttymisen todentamismenetelmiä.

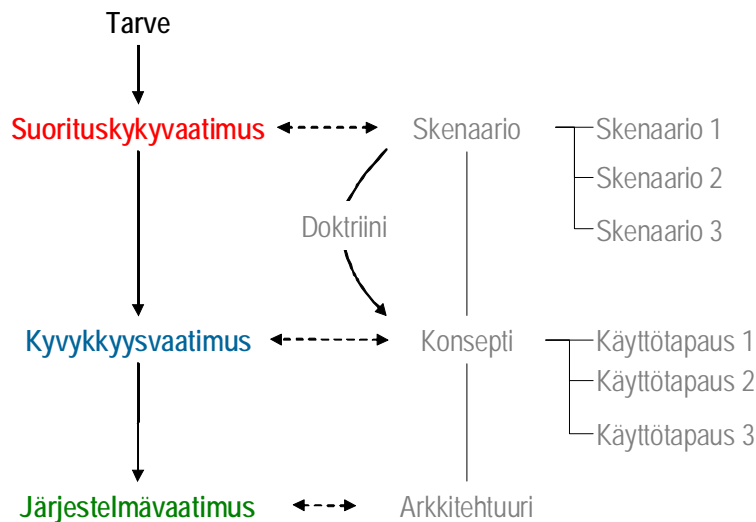
Projektinhallintaa tukeva vaatimusten täyttymisen todentaminen voidaan tehdä esimerkiksi siten, että ensin tarkastetaan kunkin yksittäisen vaatimuksen toteutussuunnitelma, mutta vaatimukset testataan isompina kokonaisuuksina ja kokeillaan vielä isompina kokonaisuuksina.

Vaatimusten todentamisvastuut tulee määritellä joko vaatimusten kirjaamisen yhteydessä tai myöhemmin osana työsuunnittelua. On huomattava, että kaikkea ei tarvitse todentaa itse, vaan todentamisvelvoite voidaan antaa myös ratkaisun kehittäjälle. Tällöin hänen on tehtävä itse tarpeelliset tarkastukset, testit ja kokeilut ja annettava vaatimustenmukaisuusvakuutus (CoC, Certificate of Conformance). Käytännössä tämä edellyttää sitä, että on olemassa jokin testausstandardi, jonka mukaisesti toimittaja veloitetaan ratkaisunsa testaamaan ja evaluimaan.

4. VAATIMUSTENHALLINTAA TUKEVAT MENETELMÄT

4.1 VAATIMUSTENHALLINNAN SOVELTAMISESSA TARVITTAVAT APUVÄLINEET

Luvussa kolme kuvattiin vaatimusten hallinnassa tarvittavat menetelmät, jotka kattavat sidosryhmien hallinnan, sekä vaatimusten kokoamisen, johtamisen, analysoinnin ja dokumentoinnin sekä ratkaisun kehittämisen myötä tarpeelliset muutosten hallinnan ja vaatimusten täyttymisen seurannan. Pelkästään niiden avulla ei kuitenkaan kyetä *suunnittelemaan* ratkaisuja, joiden perusteella *johdetaan* seuraavan tason vaatimukset. Tässä luvussa kuvataan tähän tarvittavat tärkeimmät apuvälineet. Kuvaus ei pyri olemaan tyhjentävä, vaan sen tavoitteena esitellä mitä muita menetelmiä tarvitaan vaatimustenhallinnan lisäksi. Laajempia kuvauksia näistä apuvälineistä saa perehtymällä puolustusvoimien suorituskyvyn suunnittelua ja rakentamista käsitteleviin elinjaksonhallinnan oppaisiin.



Kuva 29: Vaatimusten jalostamisessa tarvittavat keskeiset apuvälineet ovat skenaariot, konseptit ja arkkitehtuurit.

Kaikki alkaa tarpeesta saada jotakin aikaiseksi. Tarve kuvataan yhtenä tai useampana tehtävänä. Esimerkiksi Suomen tärkeimmät puolustusvoimiin liittyvät tarpeet ovat maan sotilaallinen puolustaminen, yhteiskunnan kokonaisturvallisuuden varmistaminen sekä yhteisen globaalin turvallisuuden tukeminen. Ensimmäinen tarve on selkeästi puolustusvoimien olemassaolon perusta ja päätehtävä, toisen tarpeen täyttäminen on

kaikkien viranomaisten tehtäväaluetta, mutta päävastuu on muilla tahoilla, ja kolmas puolestaan edellyttää kansainvälistä yhteistyötä. Nämä tarpeet on kuvattu puolustusvoimien kolmeksi päätehtäväksi: Suomen sotilaallinen puolustaminen, tuki muille viranomaisille sekä kansainvälinen kriisinhallinta.

Puolustusvoimien päätehtäviin liittyy useita alatehtäviä, kuten maan sotilaalliseen puolustamiseen kuuluva normaaliajan valmius, uskottavan puolustuskyvyn luominen ja kriisien ennaltaehkäisy, häiriötilanteiden hallinta ja painostuksen ehkäisy, yllätykseen pyrkivän hyökkäyksen ennaltaehkäisy ja torjunta sekä laajamittaiseen hyökkäyksen ennaltaehkäisy ja torjunta. Tuki muille viranomaisille voi olla esimerkiksi sotilaallista voimankäyttöä edellyttävä tukitehtävä, alueen eristäminen, etsintä ja pelastus, evakuointi, huolto ja muonitus, sähkön saannin turvaaminen tai vaikkapa saastuneiden henkilöiden ja tilojen puhdistaminen. Kriisinhallintatehtävä voi olla esimerkiksi vaativa sotilaallinen tehtävä, saavutetun rauhan turvaaminen, sotilastarkkailija tai siviilikriisinhallinnan tukeminen.

Joissakin tapauksissa termit *tarve* ja *tehtävä* yhdistetään sanaksi *tehtävätarve*.

4.2 SKENAARIOT

Skenaario kuvaa millaisissa olosuhteissa tehtävä tulee kyetä suorittamaan. Tehtävät asetetaan vaatimuksina ja skenaario laaditaan kuvauksena, joka sitoo vaatimukset toimintaympäristöön. Skenaario esitetään yleensä kuvana ja sitä täydentävänä tekstinä, joista käy ilmi millaisissa olosuhteissa suorituskyyä tai palvelua käytetään tai joukko tai järjestelmä toimii. Skenaario voi sisältää myös tapahtumaketjun, joka auttaa hahmottamaan mistä on kysymys. Skenaariossa oleva toimintaympäristön ja olosuhteiden käsite ja sisältö riippuu luonnollisesti täysin siitä, minkälaisesta tehtävästä on kyse. Organisaation kehittämisessä tehtävänä voi olla toimintojen tehostaminen ja skenaariona puolustusvoimien, muun yhteiskunnan ja strategisten kumppaneiden muodostama kokonaisuus. Meriyhteyksien turvaamisessa tehtävänä voi olla kauppamerenkulun suojaaminen ja skenaariona sotatoimia edeltävä painostusvaihe, joka alkaa poliittisena ja jatkuu sotilaallisena painostuksena. On siis mahdotonta määrittää yhtä ainoata oikeata mallia skenaariolle. Olennaista on kuvata skenaariossa mitkä ovat tehtävän suorittamisen kannalta merkittävät olosuhteet, kuten maantiede ja ilmasto sekä millä resursseilla tehtävä on suoritettava (esimerkiksi joukot tai järjestelmät) ja mitkä ovat muut tehtävän suorittamiseen vaikuttavat toimijat. Muita toimijoita ovat esimerkiksi muut omat joukot ja järjestelmät, ystävälliset ja neutraalit tahot sekä vastustajat tai kilpailijat.

Organisaation strategiset linjaukset kuvaavat millaisilla suunnittelu-, päättely- ja päätöksentekokriteereillä suorituskyyvaatimukset täyttävä ratkaisu määritetään. Sotilaallisen suorituskyyyn yleistä käyttöajatusta ja rakentamisen periaatetta kutsutaan sotilaalliseksi doktriiniksi. Doktriini määrittelee keskeisiä periaatteita, kuten puolustuksen rakentamista asevelvollisuus- tai ammattiarmeijaan pohjautuvaksi, liikkuvaan tai paikalliseen puolustukseen perustuvaksi jne.

4.3 KONSEPTIT JA KÄYTTÖTAPAUKSET

Konseptit kuvaavat ratkaisun periaatteellisella tasolla. Konsepteja voidaan laatia monenlaisiin tarpeisiin: esimerkiksi suorituskyykykonsepti kuvaamaan millaisilla sotilaallisilla kyvykkyyksillä tehtävä täytetään, toimiala- tai palvelukonsepti kuvaamaan miten jokin kyvykkyys muodostetaan, järjestelmäkonsepti kuvaamaan millaisista osista järjestelmä muodostuu ja miten niitä käytetään, tukeutumiskonsepti kuvaamaan miten suorituskyykyä ylläpidetään, teknologiakonsepti kuvaamaan millaisilla teknologisilla ratkaisuilla jokin toiminnallisuus saadaan aikaiseksi ja niin edelleen.

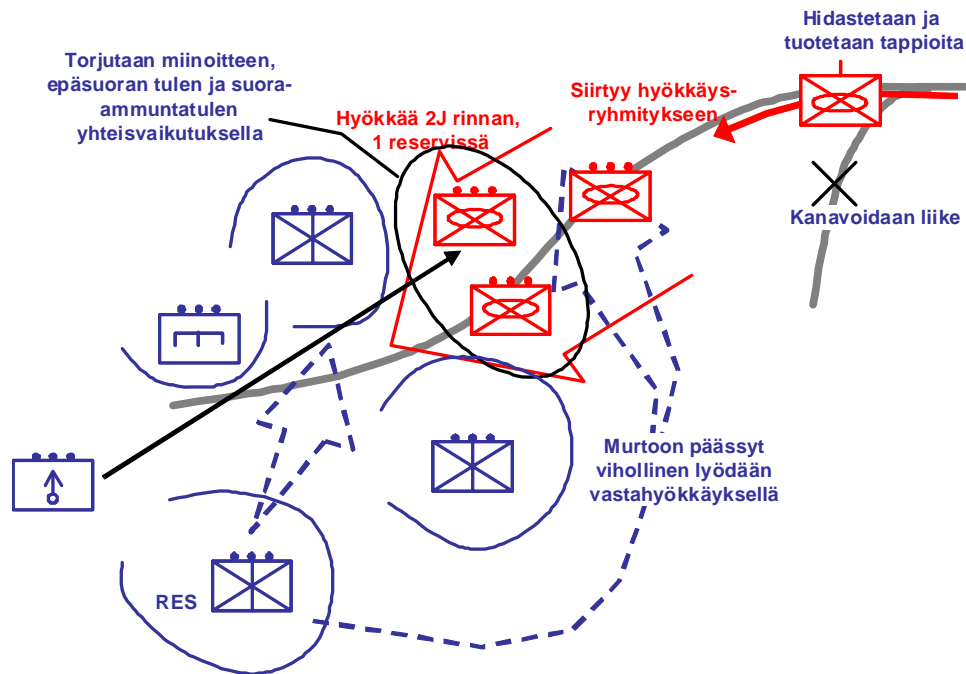


Kuva 30: Kriisinhallintatehtävissä asevoimat joutuvat toimimaan erilaisessa skenaariossa kuin kotimaan puolustamisessa. (J. Kosola)

Koska mahdollisia konsepteja on monta tyyppiä, ei ole mielekästä määritellä yhtä oikeata konseptin rakennetta tai tapaa laatia konsepti. Yleisesti kuitenkin konseptissa olisi hyvä ottaa kantaa seuraaviin asioihin:

- Kuka tai ketkä ovat konseptin keskeiset toimijat ja mitä järjestelmiä tai palveluita ne käyttävät?
- Millaisesta toimintaympäristöstä on kyse? Keitä muita toimijoita tulee ottaa huomioon? Ketkä tukevat ja ketkä vastustavat konseptia tai kilpailevat sen kanssa?
- Mikä on joukoilta ja järjestelmiltä haluttu toiminnallisuus?

- Miten toimintaa ylläpidetään ja miten konseptin mukaisen toiminnan tukeutuminen (koulutus, kunnossapito, varastointi jne.) järjestetään?



Kuva 31: Esimerkki skenaarioon sidotusta konseptista.

Erilaisten konseptien laadintaa käsitellään tarkemmin esimerkiksi Maanpuolustuskorkeakoulun julkaisussa *Suorituskyvyn Elinjaksonhallinta*. Vaatimustenhallinnan kannalta ei ole merkitystä sillä, minkälainen konsepti on tai miten se on laadittu, kunhan konsepti kykenee liittämään vaatimukset kontekstiin.

Jos skenaario on liian karkea sitomaan konseptia toimintaympäristöön, voidaan laatia käyttötapauskuvaus. Se kertoo skenaariota yksityiskohtaisemmin, mutta rajoitetummin millaisissa olosuhteissa konseptia ajatellaan käytettävän ja millaisissa olosuhteissa sen edellytetään toimivan. Käyttötapaus voi kuvata mitä monivaiheisen skenaarion yksi vaihe tarkoittaa. Esimerkiksi kauppamerenkulun turvaamisessa painostusvaiheen aikana yhtenä käyttötapausena voi olla väylien pitäminen avoimina aluevesirajan sisäpuolella ja toisena vaikkapa meriliikenteen saattaminen kaukana avomerellä.

4.4 ARKKITEHTUURIT

Arkkitehtuurit ovat suunnittelusääntöjä. Ne kuvaavat minkälaisin toiminnallisin ja teknisin ratkaisuin konseptit toteutetaan. Arkkitehtuurien keskeinen rooli on siinä, että ne varmistavat eri suorituskykyjen yhteentoimivuuden ja eri järjestelmien keskinäisen yhteensopivuuden kuvaamalla ennen kaikkea minkälaisia järjestelmien välisten

rajapintojen tulee olla. Rajapinta voi kuvata esimerkiksi informaation välitystä (esimerkiksi maalitiedon välittäminen maalinosoitusjärjestelmältä asejärjestelmälle) tai materiaalivirtaa (ampumatarvikkeet, poltto- ja voiteluaineet tai vaikkapa trukkilavat) järjestelmien välillä.



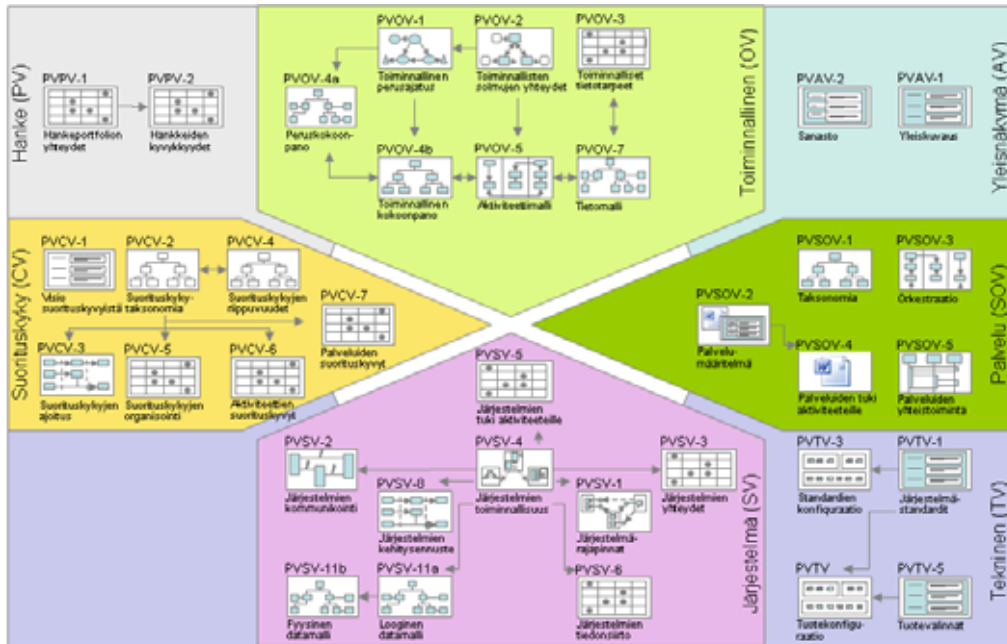
Kuva 32: Eräs mahdollinen käyttötapaus on toiminta NBC-uhan alaisena.
(J. Kosola)

Arkkitehtuuri on yleiskäsite teknisten kuvausten joukolle, jotka määrittävät minkälaisin ratkaisuin järjestelmät saadaan rakennettua yhteentoimiviksi. Arkkitehtuurit luovat vakioratkaisuja samantyyppisiin suorituskysymyksiin, joten ne vähentävät erilaisten ratkaisujen määrää ja siten auttavat hallitsemaan ja laskemaan kehittämis-, hankinta-, operointi- ja ylläpitokustannuksia.

Lukijan on syytä tiedostaa, että vaikka arkkitehtuuri sanana on yleiskäsite, sitä käytetään eri tahoilla kuvaamaan myös sellaisia asioita, jotka eivät ainakaan periaatteessa ole arkkitehtuuria. Esimerkiksi NATO:n NAF-arkkitehtuurissa, brittien MODAF:ssa, amerikkalaisten DODAF:ssa ja puolustusvoimien PVTAK:ssa on elementtejä hyvinkin monenlaisista suorituskysymyksen hallintaan liittyvistä asioista, kuten strategiset tavoitteet, organisaation tehtävät, skenaariot, toiminnallisuudet, materiaali- ja teknologia-politiikka, standardit, teknologiset kehitysarviot, hankesalkun hallinta, kehittämiseen tarvittavat resurssit sekä hankkeiden keskinäisriippuvuudet, päätöksentekopisteet ja aikautus. Kun arkkitehti on päästetty vapaasti kuvaamaan mitä arkkitehtuuriin kuuluu, kaikki kuuluu arkkitehtuuriin. Tämä on johtanut ristiriitaan reaali maailman ja arkkitehtuuriteorian välillä, mikä voi olla keskeinen peruste sille, arkkitehtuuri ole

käsitteenä jalkautunut suorituskvyn suunnittelun sekä kehittämishjelmien ja hankkeiden maailmaan ja miksi moni pitää koko arkkitehtuurisanaa negatiivisena.

Puolustusvoimissa on käytössä tietohallinnon arkkitehtuurikehikko PVTAK. Se on NATO:n NAF-arkkitehtuurista kansallisiin tietohallintotarpeisiin sovitettu arkkitehtuurimalli, joka sisältää 36 erilaista näkymää: mm. suorituskvyn käsitteet ja keskinäiset riippuvuudet, konseptit, joukot, hankkeet, palvelut ja jopa tuotevalinnat.



Kuva 33: Puolustusvoimien tietohallinnon arkkitehtuuri sisältää 36 eri näkymää.

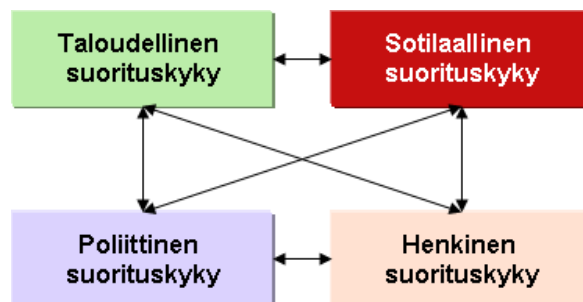
Vaikuttaa siltä, että sotilasorganisaatiot ainakin keskushallintovirastotasolla, eli ministeriöissä ja pääesikunnissa, pyrkivät sisällyttämään lähes kaiken suorituskvyn hallintaan liittyvän arkkitehtuurikäsitteen alle, mutta hanke- ja hankintaorganisaatiot, teollisuus ja strateginen suunnittelutaso pitävät käsitteitä suorituskvyn, skenaario, konsepti, kehittämisohjelma, hanke ja standardointi omina kokonaisuuksinaan, eikä arkkitehtuurin osina. Kaiken sisältävä arkkitehtuuri ei olekaan jalkautunut organisaatioiden toimintatavaksi eikä oikeastaan edes levinnyt arkkitehtuuriasiantuntijoiden joukkoa laajemmalle. Tämän johdosta tässä kirjassa arkkitehtuuria käsitellään vain toiminnalliset ja tekniset ratkaisut kuvaavina suunnittelusääntöinä.

Vaimustenhallinnan kannalta arkkitehtuuri on yksi vaatimusten lähde muiden joukossa. Suorituskykyarkkitehtuureista aiheutuu kyvykkyysvaatimuksia ja järjestelmäarkkitehtuureista erilaisia toiminnallisia ja ei-toiminnallisia vaatimuksia järjestelmille ja joukoille.

5. SOTILAALLISELLE SUORITUSKYVYLLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET

5.1 SUORITUSKYVYN KÄSITEMALLI

Tässä oppaassa keskitytään tarkastelemaan sotilaallista suorituskykyä. On kuitenkin huomattava, että maan puolustuskyky riippuu sotilaallisen maanpuolustuksen suorituskyvyn lisäksi myös muista kyvyistä. Kokonaismaanpuolustukseen kuuluu esimerkiksi maan taloudellinen, poliittinen ja henkinen suorituskyky. Taloudellinen suorituskyky kuvaa esimerkiksi kykyä kohdentaa varoja sotilaallisten suorituskykyjen luomiseen ja ylläpitämiseen. Maan taloudellinen suorituskyky vaikuttaa myös poliittiseen suorituskykyyn, esimerkiksi kykyyn kestää taloudellista painostusta, sekä henkiseen suorituskykyyn, esimerkiksi kykyyn ylläpitää mielialoja taloudellisesti tiukkoina aikoina. Kansallisten suorituskykyjen vuorovaikutus on kaksisuuntaista: myös esimerkiksi poliittinen suorituskyky vaikuttaa muihin suorituskykyihin. Mikäli maassa pystytään tekemään vaikeitakin poliittisia päätöksiä, kyetään taloudellista suorituskykyä kehittämään ja ylläpitämään sekä sotilaallista suorituskykyä tarvittaessa käyttämään aivan erilailla kuin jos poliittisia päätöksiä ei kyetä tekemään ajoissa tai lainkaan.



Kuva 34: Suomen puolustuskyky riippuu sotilaallisen suorituskyvyn lisäksi muista maan puolustamiseen tarvittavista kyvykkyyksistä.

Kokonaisturvallisuuden suorituskyvyn tarkastelu rajautuu tämän oppaan ulkopuolelle, mutta lukijan toivotaan ymmärtävän, että sotilaallista suorituskykyä ei suunnitella, rakenneta ja käytetä tyhjiössä, vaan sidoksissa muuhun yhteiskuntaan. Siten sotilaallisen suorituskyvyn vaatimusten ja konseptien tulee olla yhteensopivia muihin kokonaisturvallisuuteen liittyvien vaatimusten, reunaehtojen ja konseptien kanssa.

Sotilaallisen suorituskyvyn käsite kuvaa millaisista osista suorituskyky muodostuu ja millaisia ominaisuuksia suorituskyvyllä on. Puolustusvoimissa luotiin 2011-12 yhteinen suorituskyvyn käsittemalli. Sillä varmistetaan, että kaikki suorituskyvyn määrittämiseen, kehittämiseen ja käyttöön osallistuvat tahot ja prosessit käyttävät samoja termejä ja ymmärtävät ne samalla tavoin. Käsittemalli on sovelluskohderiippumaton ja

siten hyödynnettävissä mahdollisimman monessa käyttökohteessa. Mallissa on pyritty mahdollisimman yksinkertaiseen rakenteeseen, jossa määrittelyt tehdään yhteen kertaan ja tehtyä työtä hyödynnetään jatkossa määrittelyn tarkentuessa. Jokainen määriteltävä asia perustuu aiempiin prosessivaiheisiin ja käsittehierarkiassa ylempänä tehtyyn suunnitteluun. Mallia käytetään kaikissa suorituskyvyn kehittämisen vaiheissa puolustusjärjestelmän strategisesta suunnittelusta kehittämisohjelmiin, hankkeisiin ja hankintoihin.



Kuva 35: Sotilaallista suorituskykyä ei ole ilman taloudellista suorituskykyä.
(J. Kosola)

Suorituskyvyn käsitelmä mahdollistaa toteuttavan järjestelmän osatekijöiden - erityisesti henkilöstön, materiaalin ja käyttöperiaatteen tasapainotetun kehittämisen. Tämä tukee myös kehittämisohjelmien ja hankkeiden kustannustehokkuutta. Suomalainen malli hyödyntää muualla (lähinnä USAssa, Britanniassa ja NATOssa) tehtyä työtä ja on näiden kanssa yhteensopiva, mutta kuitenkin sovitettu kansalliseen viitekehykseen, jossa käytettävissä olevat suunnitteluresurssit ovat suurvaltoja huomattavasti pienemmät.

Puolustusvoimien määrittämä suorituskyvyn käsitelmä kuvaa neljä erilaista näkymää, joista kolme liittyy suorituskyvyn ominaisuuksiin ja neljäs sen elinjaksoon. Käsitelmä kattaa suorituskyvyn suunnittelun, rakentamisen, omistamisen, käyttämisen ja purkamisen näkökulmat. Yhtenäinen käsitelmä mahdollistaa yhdenmukaiset vaatimustenhallinnan menettelyt suorituskyvyn eri elinjaksoissa riippumatta siitä minkälaista suorituskykyä ollaan kehittämässä. Käsitelmässä tarve ja ratkaisu on erotettu toisistaan, mikä mahdollistaa ongelmanratkaisuun keskittyvän tarkastelun. Suoritus-

kyvyn käsitemalli soveltuu käytettäväksi läpi koko puolustusjärjestelmähierarkian kokonaispuolustusjärjestelmän tasolta yksittäiseen järjestelmään tai joukkoon.

Suorituskyky on kyky saavuttaa haluttu vaikutus määritellyissä olosuhteissa.

Suorituskyvyn määritelmästä tulee huomata, että suorituskyky liittyy aina tehtävään: joukko tai järjestelmä kykenee yksin tai yhdessä muiden kanssa täyttämään jonkin tehtävän ja saavuttamaan halutun vaikutuksen. Erilaisten olosuhteiden johdosta joukon suorituskyky voi olla erilainen eri tehtävissä. Esimerkiksi joukko voi kyetä toteuttamaan halutun tehtävän Suomen olosuhteissa, mutta ei kuumassa tropiikissa tai vuoristoisella ylängöllä, joissa lämpötila tai vuorten aiheuttamat katveet rajoittavat ihmisen kestävyyttä tai teknisten järjestelmien toimintaa. Suorituskyky on aina myös uhkasidonnainen: jotakin vastustajaa vastaan kyetään toimimaan, mutta toisen vastustajan erilainen taktiikka tai tekniikka johtaa siihen, ettei suorituskyky tämän vastustajan vaikutuspiirissä ole sama kuin toisen.



Kuva 36: Suorituskyky liittyy aina tehtävään ja toimintaympäristöön. Joukon tai järjestelmän suorituskyky voi olla hyvä merenpinnan tasolla, mutta paljon heikompi vuoristoisissa olosuhteissa. (J. Kosola)

Suorituskyyky sisältää neljä näkymää, jotka ovat:

1. suorituskyykynäkymä
2. kyyvykyyksinäkö
3. järjestelmänäkö
4. elinjaksonäkö

Suorituskyyky- ja kyyvykyyksinäkömät ovat immateriaalisia: ne kuvaavat suorituskyykyä ottamatta kantaa siihen minkälaisella järjestelmällä tai joukolla suorituskyyky toteutetaan. Sen määrittelee järjestelmänäkö, joka kuvaa järjestelmän tai joukon rakennesosat. Elinjaksonäkö kuvaa suorituskyyvyn elinjakson vaiheita ja niihin liittyviä tehtäviä, kustannuksia ja resursseja. Vaikka sanat *kyyky* ja *kyyvykkyys* voidaan ymmärtää synonyymeinä, puolustusvoimien suorituskyykymallissa käsite *kyyvykkyys* tarkoittaa potentiaalia tehdä jotain. Kyyvykyyden toteuttaa yksi tai useampi joukko tai järjestelmä, jolloin muodostuu *suoituskyyky*.

Suoituskyyky			
Vaikutavuusnäkö	Kyyvykkyysnäkö	Järjestelmänäkö	Elinjaksonäkö
Vaikutus Kohtentaminen Olosuhteet	Toimintaympäristö- tietoisuus Johtaminen Verkostotoiminta Vaikuttaminen Suoja Logistiikka Joukkojen tuottaminen Toiminnanohjaus ja tuki	Henkilöstö Materiaali Käyttö- ja toiminta- periaate Organisaatio Informaatio	Vaihe Kustannukset Resurssit
Mikä vaikutus halutaan saada aikaan ajassa, tilassa ja olosuhteissa?	Mikä kyyvykkyksiä vaikutuksen aikaansaaminen edellyttää?	Mikä järjestelmä tai joukko toteuttaa vaaditut kyyvykkydet?	Paljonko kyyvykkyksien tuottaminen maksaa ja miten ne resursoidaan sekä aikautetaan?

Kuva 37: Suoituskyyvyn yleisnäkö.

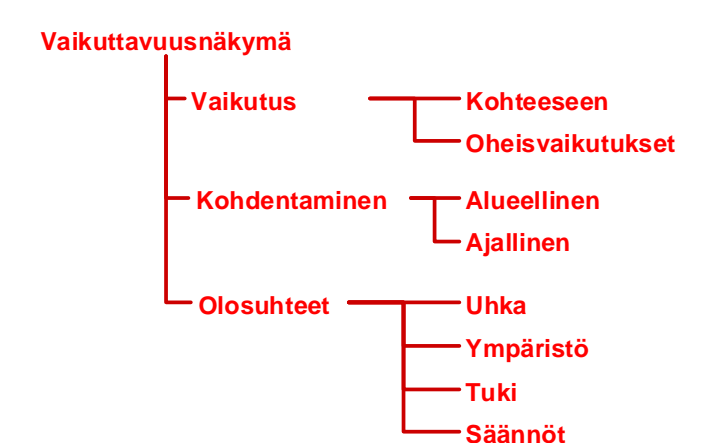
5.1.2 Suoituskyykynäkö - suoituskyykyvaatimukset

Suoituskyykynäkö kuvaa suoituskyyvyn vaikutavuuden alueellisesti ja ajallisesti vaadituissa olosuhteissa. Näkö kuvaa mikä on yhden tai usean eri suoituskyyvyn vaikutus sen kohteeseen ja mitkä ovat oheisvaikutukset muihin toimijoihin. Oheisvaikutus voi olla toivottava tai ei toivottava.



Kuva 38: Länsimaissa räjähtävällä lisäpanssaroinnilla toteutetussa suojassa epätoivottavana sivuvaikutuksena on pidetty räjähdyksessä leviäviä sirpaleita, jotka vaarantavat jalkaväkeä. Venäjällä huonoina puolina on pidetty sitä, että sirpaleet voivat vaurioittaa vaunun pääasetta. Kuvassa reaktiivipanssaroinnilla varustettu T-90MS. (J. Kosola)

Näkymässä kuvataan miten suorituskykyä kohdennetaan ajallisesti ja alueellisesti, eli minne kyky tulee voida kohdentaa ja kuinka pitkään sitä ylläpidetään alueella. Näkymässä kuvataan myös olosuhteet, joissa kykyä käytetään.



Kuva 39: Suorituskykynäkökulma kuvaa suorituskyvyn sen omistajan kannalta.

Suorituskykynäkökulma on ensisijaisesti suorituskyvyn omistajan näkökulma, sillä se kuvaa suorituskyvylä saavutettavat hyödyt (=operatiivista vaikuttavuutta/vaikutusta) sekä missä ja milloin tuon kyvyn tulee olla käytössä. Näkökulmassa ei oteta mitään kantaa siihen, millaisista osista suorituskypsy muodostuu ja miten se luodaan.

Esimerkki:

Merenkulun suojaus -suorituskyvyn on kyettävä

- suojaamaan meriliikenne
- Suomen ja Ruotsin välisellä merialueella
- viikossa käskystä ja 6 kuukauden ajan
- vihollisen arvioidun ilma- ja sukellusveneuhan alla
- kaikkina vuodenaikoina ja kaikissa sääolosuhteissa
- yhteistyössä Ruotsin asevoimien kanssa
- sekä harmaan vaiheen että sodan olosuhteissa

Kuten edellä olevasta esimerkistä käy ilmi, suorituskypsyvaatimukset on hyvä kirjoittaa selkokielellä vastaamaan kysymyksiin mitä halutaan saada aikaiseksi, mitä ei toivota sen myötä tapahtuvan, missä, milloin ja kuinka pitkään sekä mitä uhkaa vastaan, millaisissa olosuhteissa, kenen tuella ja millaisin pelisäännöin. Listan kaikki ominaisuudet eivät aina ole relevantteja, joten jokaiseen kohtaan ei ole pakko yrittää väkisin kirjoittaa vaatimusta.

Suorituskykyvaatimuksia voidaan kirjoittaa kaikille puolustusjärjestelmän tasoille. Tyypillisesti niitä laaditaan kokonaispuolustusjärjestelmätasolta yksittäiseen joukkoon tai järjestelmään asti, mutta ei sitä pienemmille yksiköille.

5.1.2.1 Vaikuttavuus

Suorituskyvyn kehittäminen ja olemassaolo perustuvat tarpeeseen saada aikaan jonkinlainen vaikuttavuus. Tämä vaikuttavuus voi kohdentua vastustajaan (esimerkiksi alueen haltuunoton estäminen), omiin joukkoihin (esimerkiksi alueen haltuunotto) tai oheisvaikutuksena suorituskyvyn käyttöalueella oleviin muihin toimijoihin, kuten siviileihin. Käsite vaikuttavuus ei ota kantaa vaikuttavuuden lajeihin, vaan sillä voidaan tilanteesta riippuen tarkoittaa fyysistä, informatiivista tai kognitiivista vaikuttavuutta. Käsite ei myöskään ota kantaa toiminnan tasoon, vaan haluttu vaikuttavuus voidaan määritellä strategiselle, operatiivisella, taktisella tai jopa taistelutekniselle tasolle. Vaikuttavuudella voidaan tarkoittaa sekä sotilaallista vaikuttavuutta että puolustusvoimien muun toiminnan, esimerkiksi hallinnon vaikuttavuutta.

5.1.2.2 Kohdentaminen

Kohdentamisella tarkoitetaan suorituskyvyn kohdentamista sekä alueellisesti että ajallisesti. Tällöin on määritettävä millä operaatioalueilla (Etelä-Suomi, Itämeri, Saharan eteläpuolinen Afrikka jne.) suorituskyyä tulee voida käyttää sekä missä ajassa se on voitava kohdentaa operaatioalueelle ja kuinka kauan suorituskyyä on siellä kyettävä ylläpitämään.

5.1.2.3 Olosuhteet

Suorituskyyä tarkasteltaessa tulee aina ottaa huomioon toimintaympäristö, olosuhteet ja muut suorituskyyt ja järjestelmät, joiden kanssa tarkasteltavan suorituskyyvyn tai järjestelmän tulee kyetä toimimaan. Olosuhteilla tarkoitetaan ympäristötekijöitä, jotka vaikuttavat suorituskyyvyn käyttöön. Näitä tekijöitä ovat uhka, ympäristö, liittouman ja kumppanien tuki sekä toiminnan säännöt. Uhka tarkoittaa kaikkia suorituskyyä vastaan vaikuttavia sotilaallisia, taloudellisia, poliittisia ja muita tekijöitä. Ympäristö tarkoittaa niitä ulkoisia tekijöitä, jotka eivät muutu oman, vastustajan tai muiden toimijoiden toiminnan seurauksena ja jotka ovat yhteisiä kaikille toimijoille. Näitä ovat esimerkiksi maasto, pysyvä infrastruktuuri (esimerkiksi rakennettu ympäristö), ilmasto, vuodenaajat sekä valaistus- ja sääolosuhteet. Tuki tarkoittaa liittolaisia tai muita kumppaneita, joiden tuki tai muu toiminta on huomioitava suorituskyyvyn suunnittelussa ja käytössä. Säännöt tarkoittavat kaikkia kansainvälisten sopimusten, lainsäädännön ja normien asettamia sääntöjä, jotka vaikuttavat suorituskyyvyn suunnitteluun ja käyttöön. Tyypillisiä sääntöjä ovat sodankäyntiin liittyvät voimankäytön säännöt, mutta ne voivat olla myös muita toimintaa ohjaavia sääntöjä, kuten viranomaisten toimivallan käyttämistä koskevat säännöt tai hallinnollista raportointia koskevat asetukset.

5.1.3 Kyvykkyysnäkömä - kyvykkyysvaatimukset

Kyvykkyysnäkömä kuvaa mitä kyvykkyys suorituskyyvyn luomiseksi tarvitaan. Kyvykkyysnäkömä on toteutusriippumaton: se ei ota kantaa siihen miten kyvykkyedet luodaan: muuttamalla toimintatapaa, organisoimalla asioita uudelleen, hankkimalla jokin tekninen laitteisto, tekemällä ostopalvelusopimus tms. Useimpia kyvykkyysnäkömä voidaan ajatella myös puolustusjärjestelmän toimintoina, joita on kyettävä suorittamaan halutun vaikuttavuuden aikaansaamiseksi. Oin huomattava, että vasta todelliset joukot ja järjestelmät toteuttavat kyvykkyedet.

Kyvykkyys on potentiaalia käyttää joukkoja ja järjestelmiä suorituskyyvyn aikaansaamiseksi.

Kyvykkyedet ryhmitetään kahdeksaan ryhmään. Kulloinkin tarkasteltavasta suorituskyyvystä riippuu mitkä ovat kulloinkin tarvittavat kyvykkyedet. Useimmiten vaikuttavuuden aikaansaamiseksi tarvitaan useita tai jopa kaikkia kyvykkyysnäkömä.

Kyvykkyysjako perustuu alun perin Yhdysvaltain asevoimien käyttöön kehitettyyn JCA-malliin (Joint Capability Areas). Amerikkalaisten JCA:sta kehitettiin 2010-luvulla suomalaiseen toimintaympäristöön tarkoitettu FinJCA karsimalla tarpeettomaksi nähtyjä asioita ja ryhmittämällä uudelleen Suomessa erilaisiin kokonaisuuksiin kuuluviksi katsottuja osia. Perusrakenne on kuitenkin säilynyt samana ja mallin voidaan katsoa olevan yhteensopiva amerikkalaisen suorituskymmallin kanssa.



Kuva 40: Suorituskyvyn kuvaavat kyvykkyudet.

Kyvykkyysvaatimukset on tarkoitettu erityisesti puolustusjärjestelmä- ja osajärjestelmätason suorituskyskytarpeiden ilmaisemiseen. Ne soveltuvat kuitenkin myös joukko- ja järjestelmätason suorituskyskyjen määrittämiseen, mutta joukoilla ja järjestelmillä voi olla myös sellaisia kyvykkyysalueita, joita FinJCA-listalta ei löydy. Tällaisissa tilanteissa on määritettävä kyvykkyys ja kuvattava siltä vaadittu ominaisuus tapauskohtaisesti, mutta kuitenkin ryhmiteltävä kyseinen vaatimus johonkin FinJCA:n kyvykkyysalueeseen kuuluvaksi.

Seuraavassa kuvataan lyhyesti minkälaisia asioita eri kyvykkyysalueisiin kuuluu. Yksityiskohtainen FinJCA-aulukko on liitteenä 2.

5.1.3.1 Toimintaympäristötietoisuus

Toimintaympäristötietoisuus käsittää toimintaympäristöön liittyvän tiedon keräämistä erilaisin menetelmin ja tämän tiedon jäsentämistä, analysoimista. Toimintaympäristötietoisuus sisältää analyysin kohdealueella olevasta tai sinne vaikuttamaan kykenevästä sotilaallisesta voimasta sekä sodankäyntipotentiaalista ml. poliittinen, taloudellinen ja teknologinen ulottuvuus ja näiden kehittymisestä. Toimintaympäristötietoisuus sisältää valvontatilannekuvan maalta, mereltä, ilmasta sekä informaatioympäristöstä.

Esimerkkejä toimintaympäristötietoisuuden kyvykkyyksiin kuuluvista suorituskyyvistä ovat signaalitiedustelu, kuuntelutiedustelu, tietoverkkotiedustelu, kuvaustiedustelu, laserkeilaus, tutkakuvauus, henkilötiedustelu, avoimien lähteiden tiedustelu, Maasto- ja infrastruktuuritiedon kokoaminen, merenpohjakartoitus, ilmakehämittaukset ja sää-tiedot sekä sääennusteet, kulttuurimaantieteisiin liittyvä tiedonhankinta ja analysointi ja ympäristövaikutusten arviointi. Näihin suorituskyyviin liittyy osatekijöitä, kuten tarvittavien tietojen määrittäminen, tiedonkeruusuunnitelmien laatiminen, tietojen kerääminen ja analysoiminen sekä johtopäätösten tai seurannaisvaikutusten määrittäminen.



Kuva 41: Toimintaympäristötietoisuuden luomista Itämerellä. (SA-kuva)

5.1.3.2 Johtaminen

Johtaminen on kykyä käyttää toimivaltaa sekä ohjausta henkilöstöön, joukkoihin ja suorituskyyviin tehtävän ja tavoitteen toteuttamiseksi. Johtaminen jakaantuu toimintoihin, joita ovat organisointi, tilanneymmärryksen muodostaminen, suunnittelu, päätöksenteko, toimeenpano sekä arviointi. Näihin kuuluvia osatekijöitä ovat muun muassa yhteistoiminnan koordinointi, taistelujaotuksen muodostaminen ja johtosuhteiden määrittäminen, toimivallan ja vastuiden määrittäminen, komentajan vaatimusten määrittäminen, tilanneymmärryksen muodostaminen, toiminnan suunnittelu, toimeenpanon ohjaus, tilanteen analysointi, tehtävänanto ja joukkojen toiminnan arviointi.

Tiedonvaihto, yhteistoiminta ja henkilöstön johtaminen liittyvät kaikkiin johtamisen toimintoihin.

5.1.3.3 Verkostotoiminta

Verkostotoiminnalla liitetään ihmisiä ja järjestelmiä keskenään ja varmistetaan niiden yhteentoimivuus. Verkostotoiminta mahdollistaa informaation jakamisen oikeaan aikaan oikeaan paikkaan oikeassa muodossa. Se turvaa tiedon luottamuksellisuuden ja suojaa tiedon vihamielisiltä tahoilta. Verkostotoiminnan tehtävä on mahdollistaa tiedon ja tietoyhteyksien tarjoamisen kautta suorituskykyalueiden integroitu toiminta.

Verkostotoimintaan kuuluvia osatekijöitä ovat esimerkiksi tiedonsiirto johtimissa ja kaapeleissa sekä radiotiellä, datan välitys, tieto- ja tietojärjestelmäpalvelut, paikka-, navigaatio- ja aikapalvelut sekä tiedon ja verkkojen suojaaminen.



Kuva 42: Vaikuttamisessa yhdistyy liike ja voimankäyttö. (SA-kuva)

5.1.3.4 Vaikuttaminen

Vaikuttaminen on kykyä yhdistää liike ja voimankäyttö tehtävän edellyttämien vaikutusten luomiseksi kaikissa toimintaympäristöissä.

Liike on kykyä siirtää järjestelmiä, joukkoja, materiaalia ja informaatiota edullisen aselman saavuttamiseksi kaikissa toimintaympäristöissä. Liikkeen tavoitteena on luoda edellytykset voimankäytölle, tai suojata suorituskykyä ja kohteita. Liikkeellä ylläpidetään omaa toimintavapautta, aloitteellisuutta, menestyksen hyväksikäyttöä, omien joukkojen taistelukykyä sekä lisätään omien suorituskykyjen suojaa. Liikkeeseen kuuluvat taisteluliike, siirtyminen, voimannäyttö, alueiden varmistaminen ja vastustajan liikkeen estäminen sekä liikkeen edistäminen kaikissa toimintaympäris-

töissä. Liike voi tapahtua maalla, merellä, maan tai veden pinnan alla, ilmassa, avaruudessa tai tietoverkoissa.

Voimankäyttö on kykyä käyttää kineettisiä ja ei-kineettisiä keinoja haluttujen tappavien tai ei-tappavien vaikutusten aikaansaamiseksi kaikissa toimintaympäristöissä. Perinteisten aseiden käyttö on kineettistä voimankäyttöä. Ei-kineettistä voimankäyttöä on esimerkiksi elektroninen häirintä. Voimankäyttökyky muodostuu maalinosoituksesta, voimankäytön johtamisesta sekä kineettisistä ja ei-kineettisistä vaikuttamiskeinoista. Voimankäyttöön kuuluu strateginen, operatiivinen, taktinen sekä taistelutekninen voimankäyttö kineettisesti ja ei-kineettisesti. Voimankäytön kohde voi olla kiinteä, paikallaan oleva tai liikkuva.



Kuva 43: Myös joukkojen hallinta on vaikuttamista. (J. Kosola)

5.1.3.5 Suoja

Suoja on omien järjestelmien, joukkojen, materiaalin ja informaation kykyä välttää tai minimoida vastustajan toimien vaikutus kaikissa toimintaympäristöissä. Suoja jaetaan vaikutusten estämiseen ja vaikutusten vähentämiseen. Suoja luodaan joko aktiivisin tai passiivisin keinoin. Suojan aktiivisilla keinoilla pyritään estämään tai vähentämään vastustajan kineettinen tai ei-kineettinen vaikutusuhka. Suojan passiivisilla keinoilla pyritään vähentämään vastustajan kokonaisvaikutusta vaikeuttamalla omien järjestelmien, joukkojen, materiaalin ja informaation havaittavuutta, tunnistettavuutta ja maalitettavuutta sekä lisäämään kohteen kestävyyttä.

Suojaan kuuluvia suorituskykyjä ovat muun muassa hyökkäysten estäminen ilmassa ja avaruudessa, pinnassa, pinnan alla ja informaatioympäristössä. Informaatioympäristössä suojautumisella voidaan pyrkiä estämään vaikuttaminen informaatioon, informaatiojärjestelmiin tai mielipiteeseen. Suojautumiseen kuuluu myös suojautuminen kemiallisilta, biologisilta, radiologisilta aineilta, ydinaseilta, sähkömagneettisilta pulsseilta, suunnatun energian vaikutuksilta, räjähteiltä ja erilaisilta projektiileilta sekä ympäristöolosuhteilta.



Kuva 44: Suojautuminen tiedustelulta ja valvonnalta tulee huomioida kyvykkyys- ja järjestelmävaatimuksissa. (Scantarp)

5.1.3.6 Logistiikka

Logistiikka on kaikissa toimintaympäristöissä tapahtuva kokonaisvaltainen toiminto, jolla ylläpidetään joukkojen ja henkilöstön toimintakykyä sekä tuotetaan, täydenne-tään, varastoidaan, jaetaan, modernisoidaan sekä pidetään kunnossa ja poistetaan käytöstä materiaalia. Logistiikkaan kuuluvat tuotteiden ja palvelujen tilaus-toimitusketjut sekä niiden hallinta. Logistiikan suorituskyky muodostuu puolustusvoimien sekä muun kansallisen ja kansainvälisen logistiikan toiminnoista, rakenteista ja kapasiteetista. Logistiikan suorituskyky turvataan huoltovarmuussopimuksilla ja varautumissuunnitel-milla.



Kuva 45: Logistiikan suorituskyvyllä tuetaan muita kyvykkyyksiä. (SA-kuva)

Logistiikan kyvykkyyksiä ovat muun muassa joukkojen keskityskuljetukset ja toimintaa ylläpitävät kuljetukset, strategiset kuljetukset, materiaalin hankinta, varastointi, jakelu, evakuointi ja käytöstä poisto sekä materiaalin tuottaminen, kulutuksen seuranta, poistot ja hylkäykset sekä kunnossapito, materiaalin kierrätys ja kannibalisointi. Lisäksi logistiikkaan katsotaan kuuluvaksi esimerkiksi kenttä-, alus- ja varuskuntamuonitus, elintarviketurvallisuus, vesihuolto, kenttähygieniä, jätehuolto, sotilaskoti- ja kantiinitoiminta, vaatetushuolto, kenttämajoitus, kaatuneiden huolto, kenttäposti, terveydenhoito, ensiapu, sairaanhoito, rakentaminen ja huoltovarmuus.

5.1.3.7 Joukkojen tuottaminen

Joukkojen tuottaminen on niiden toimenpiteiden muodostama kokonaisuus, joilla rekrytoidaan, koulutetaan, harjoitetaan ja sijoitetaan joukkojen sekä johtoportaiden henkilöstö joukkorakenteen mukaisiin tehtäviin, varustetaan ne, mitataan niiden suorituskyky ja luodaan edellytykset joukkojen perustamiselle ylläpitämällä joukkorakenne.

Joukkojen tuottaminen muodostuu kyvyistä laatia perusteet, organisoida, kouluttaa, harjoituttaa ja sijoittaa sodan ajan joukkojen henkilöstö sekä varustaa joukot varustuksella ja kuljetusvälineillä sekä osoittaa joukoille tarvittava infrastruktuuri. Tuotteena syntyy suorituskykyinen ja valmis sodan ajan joukko, joka vastaa operatiivista tarvetta.

Joukkojen tuottamiseen kuuluu muun muassa rekrytointi, henkilösijoitusten hallinta, koulutus, osaamisen hallinta, sosiaalinen toimintakyky, eettinen tuki ja kirkollinen toiminta, palvelussuhdeasiat, palkitseminen.

5.1.3.8 Toiminnanohjaus ja tuki

Toiminnanohjaus ja tuki varmistavat suorituskyvyn suunnittelussa, kehittämisessä, rakentamisessa ja ylläpidossa sekä suorituskyvystä luovuttaessa tarvittavan kokonaisohjauksen ja hyvää hallintotapaa noudattavan tuen.

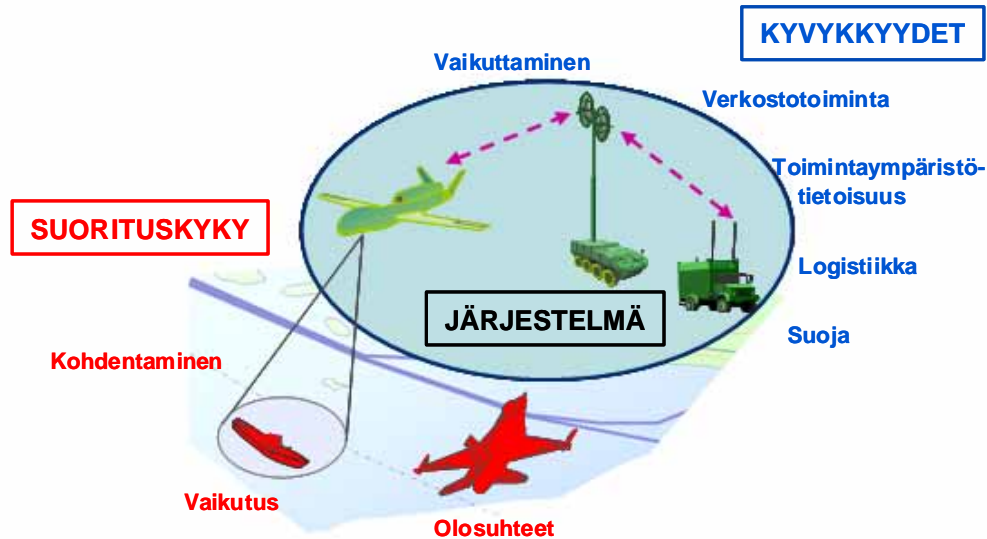


Kuva 46: Joukkotuotanto luo kriisiajan suorituskyvyn. (J. Kosola)

Edellä kuvatut käsitteet suorituskkyky ja kyvykkyydet ovat abstrakteja ja ne toteuttavan suorituskkykelementin, siis joukon tai järjestelmän, kannalta ulkoisia. Sen sijaan järjestelmän ominaisuudet ja niille tavoitetilan kuvaavat järjestelmävaatimukset ovat suorituskkykelementin sisäisiä ominaispiirteitä.

5.1.4 Järjestelmänäkymä - järjestelmävaatimukset

Järjestelmänäkymä kuvaa mikä järjestelmä tai joukko toteuttaa kyvykkyydet ja mistä rakenneosista tämä järjestelmä koostuu. Näkymä siis kertoo miten suorituskkykynäkymässä kuvattu vaikuttavuus ja kyvykkyyksnäkymässä kuvatut kyvykkyydet realisoituvat järjestelmänä tai joukkona.



Kuva 47: Suorituskyky ja kyvykkyydet ovat ne toteuttavan suorituskykyelementin kannalta ulkoisia, kun taas järjestelmänäkymä keskittyy elementin sisäisiin ominaisuuksiin.

Järjestelmä on toiminnaltaan yhteen kuuluvien osien kokonaisuus, joka koostuu henkilöstöstä, materiaalista, käyttö- ja toimintaperiaatteesta sekä organisaatiosta ja informaatiosta. Näistä henkilöstö ja materiaali ovat materiaalisia, muut immateriaalisia.

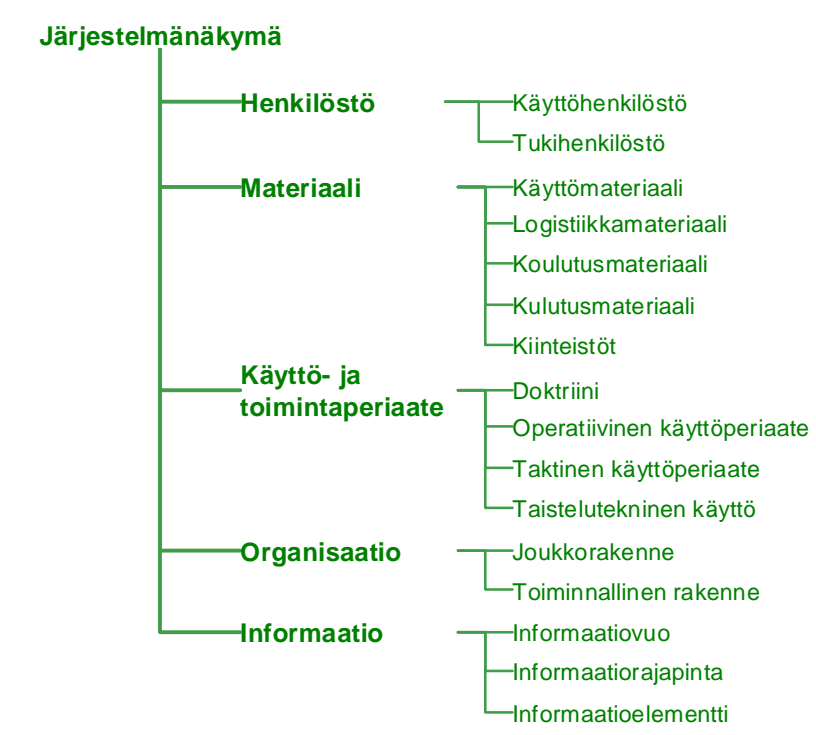
Joukko on yksi sotilaallisen järjestelmän tyyppi. Joissakin tapauksissa järjestelmänäkymää on tarkoituksenmukaista käsitellä joukkona, kuten pioneerikomppania, toisinaan taas järjestelmänä, kuten sanomanvälitysjärjestelmä. Useimpia järjestelmiä käyttää useampi kuin yksi joukko ja vastaavasti kaikilla joukoilla on käytössään useita järjestelmiä.

Järjestelmän tai joukon kyvykkyydet voidaan rakentaa itselle tai hankkia palveluna. Palvelu on tapa tuottaa haluttu kyvykkyys silloin kun palvelun käyttäjä ei omista resurssia, jolla palvelu tuotetaan. Esimerkiksi kunnossapito voidaan tilata palveluna. Maavoimien joukon kannalta ilmapuolustuksen tuottama ilmasuoja ja tiedustelu- ja valvontajärjestelmän tuottama maalitilannekuva ovat palveluita.

5.1.4.1 Henkilöstö

Henkilöstö jakautuu käyttöhenkilöstöön ja tukihenkilöstöön. Käyttöhenkilöstöön kuuluvat järjestelmää operoivat henkilöt ja järjestelmän loppukäyttäjät. Operoiva henkilöstö on sitä henkilöstöä, joka suunnittelee, ohjaa, johtaa ja valvoo järjestelmän käyttöä, mutta joka ei välttämättä itse käytä järjestelmää suoraan. Loppukäyttäjä on henkilö, joka suoraan käyttää järjestelmää, kuten kuljettaja, ampuja, radisti tai tilanne-

valvoja. Loppukäyttäjät on yleensä tunnistettu myös järjestelmäarkkitehtuurissa ihmisen-käyttäjä-rajapintana.



Kuva 48: Järjestelmänäkymä kuvaa järjestelmien ja joukkojen rakenneosat

Tukihenkilöstöön kuuluu se henkilöstö, joka tarvitaan järjestelmän käyttökuntoon saatamiseksi ja käyttökuntoisena pitämiseksi, kuten koulutus-, kunnossapito-, varastointi-, huolinta-, lääkintä- ja huoltopalveluhenkilöstö.

Henkilöstöön kohdentuvien vaatimusten määrittely on hankalaa, sillä ihminen ja hänen liityntänsä järjestelmän muihin osiin on hyvin monimutkainen. Ihmisen ominaisuuksia, joille voidaan asettaa vaatimuksia henkilöstöä rekrytoitaessa, sijoitettaessa, koulutettaessa tai arvioitaessa ovat esimerkiksi:

1. kognitiivinen (älyllinen) toimintakyky

- muisti, tiedon käsittelykyky
- oppimiskyky, tarkkaavuus, keskittymiskyky
- hahmottamiskyky (olennaisen sekä syy- ja seuraussuhteiden hahmottaminen)
- ongelmien ratkaisukyky, luovuus, älyllinen ketteryys
- kirjallinen ja suullinen ilmaisu ja ymmärtäminen äidinkielellä ja tehtävässä tarvittavilla kielillä
- työvälineiden käyttötaito (esim. tietotekniset taidot ja välineiden käyttökyky)
- itsetuntemus (kyky hahmottaa oma fyysinen ja psyykkinen tila)

2. psyykkinen toimintakyky

- itsearvostus, itseluottamus, kyky sietää epävarmuutta
- päätöksentekokyky ja kyky tarvittaessa muuttaa päätöksiä
- motivaatio ja mieliala
- ongelmista selviytyminen

3. sosiaalinen toimintakyky

- toimintakyky työyhteisössä; kyky toimia esimiehenä, alaisena ja vertaisena
- moraali
- vastuuntunto

4. fyysinen toimintakyky

- aistit; näkö, kuulo, haju, tunto, maku ja tasapaino
- voima, notkeus
- kestävyys, palautumiskyky
- kehon fyysiset mitat (paino, pituus, erityispiirteet...)
- kyky toimia erilaisissa ilmasto- ja sääolosuhteissa



Kuva 49: Henkilöstö muodostaa tärkeimmän suorituskyvyn osatekijän, minkä vuoksi sen toimintakyvyn varmistaminen on ensiarvoisen tärkeätä. (J. Kosola)

Kulloinkin tarvittavat ominaisuudet ja olennaiset vaatimukset riippuvat täysin siitä, minkälaisesta tehtävästä on kyse. Esimerkiksi hävittäjälentäjiksi pyrkivien reisiluun

pituudelle asetettiin maksimimita, jotta heittoistuin ei olisi repinyt jalkaa irti. Venäläisen panssarikaluston matala profiili oli osin mahdollista siksi, että isossa maassa oli mahdollista valita panssarimiehiksi lyhytkasvuisia henkilöitä. Yleensä kuitenkin älyllisillä, psyykkisillä ja sosiaalisilla ominaisuuksilla on keskeinen merkitys, vaikka fyysisen toimintakunnon merkitystä ei taistelukentällä voida koskaan väheksyä.

5.1.4.2 Materiaali

Materiaali jakautuu käyttö-, logistiikka-, koulutus- ja kulutusmateriaaliin sekä kiinteistöihin. Käyttömateriaali käsittää järjestelmään kuuluvat sen operoinnin edellyttämät laitteet ja välineet sisältäen myös vaihtolaitteet ja varaosat. Logistiikkamateriaali käsittää järjestelmän kunnossapidon, varastoinnin ja kuljetusten edellyttämät laitteet, välineet ja dokumentaation. Koulutusmateriaali käsittää koulutusvälineet, simulaattorit, emulaattorit, maalilaitteet yms. välineet ja dokumentaation. Kulutusmateriaali on järjestelmän käytön edellyttämää materiaalia, jota täydennyksillä ylläpidetään, esimerkiksi ampumatarvikkeet, poltto- ja voiteluaineet sekä paristot. Kiinteistöjä ovat toimitilat, rakennukset ja alueet sekä niihin liittyvä tekniikka (esim. tieverkko tai LVI-tekniikka).

Materiaaliksi voidaan laskea myös ulkopuolisen tahon toimittama palvelu, joka on toteutettu materiaalin avulla, kuten sähköpostitoiminnallisuus, matkatilauspalvelu, kiinteistön kunnossapito, polttoainejakelu ja muonitus.

Seuraavassa on kuvattu esimerkkejä materiaalille asetettavista vaatimuksista.

1. Toiminnalliset vaatimukset

Toiminnalliset vaatimukset kuvaavat mitä järjestelmän tai palvelun on kyettävä tekemään ja tarvittaessa miten sen on se tehtävä. Toiminnallisissa vaatimuksissa voi olla hyvä käyttää ns. mustan laatikon menetelmää, jossa kuvataan minkälaisia herätteitä tai syötteitä (esimerkiksi havainto vihollisen vaunusta, tulikomento yms.) järjestelmään tulee ja minkälaisia ulospäin näkyviä toimintoja (esimerkiksi aseiden kohdistaminen maaliin, laukaisu yms.) järjestelmä suorittaa. Jos on tarve kuvata miten järjestelmä nämä toimenpiteet suorittaa, se on hyvä tehdä vasta kun heräte-vaikutus - ketju on määritetty. Näin toiminnalliset vaatimukset, siis mitä on saatava aikaan missäkin tilanteessa, eivät sotkeudu toteutuksen yksityiskohtiin.

Toiminnallisiin vaatimuksiin tulee sisällyttää myös vaatimukset siitä, mitkä ovat toiminnoilta vaaditut suositusarvot, esimerkiksi kuinka pitkään, kauas, nopeasti tai luotettavasti toiminnon halutaan toimivan. Nämä suoritussuoritusvaatimukset toimivat myös toteutuksen hyväksymisen kriteereinä.

On huomattava, että monet kyvykkyyksivaatimukset sisältävät samantyyppisiä vaatimuksia kuin järjestelmävaatimusten toiminnalliset vaatimukset. Asioiden toistoa tulee välttää. Olennaista on se, että jokin asia vaaditaan vain kerran ja vaatimus esitetään vain yhdessä paikassa.

2. Ympäristövaatimukset

Ympäristövaatimukset kuvaavat sekä sitä millaista toimintaympäristöä materiaalin on kyettävä sietämään että sitä millaisen vaikutuksen materiaali saa toimintaympäristöön korkeintaan aiheuttaa.

Siedetty ympäristö tarkoittaa kuvausta siitä, minkälaisessa toimintaympäristössä järjestelmän edellytetään kykenevän toimimaan ilman tehtävän keskeytymistä, järjestelmän vaurioitumista tai vaaraa henkilöstölle. Vaatimukset ympäristön sietokyyvylle voivat liittyä:

- mekaaniseen ympäristöön: minkälaisille kiihtyvyyksille, värinöille ja iskuille materiaali joutuu alttiiksi. Mikä on näiden tyypillinen arvo, maksimiarvo ja kuinka monta kertaa, kuinka tiheästi ne toistuvat ja mistä suunnista?
- järjestelmän termodynaamiseen ympäristöön: tyypillinen käyttö-, ja varastointilämpötila sekä maksimi- ja minimilämpötilat eri käyttötilanteissa ja suurin lämpötilan muuttumisnopeus, johon on varauduttava.
- atmosfääriseen ympäristöön: minkälaista ilmanpainetta ja kuinka nopeita paineen vaihteluita materiaalin on kestävä esimerkiksi lentokuljetuksen aikana, minkälaista kosteutta sen tulee sietää: ilman kosteus, päälle satava tai roiskuva vesi vaiko järjestelmän tai sen osan upottaminen veteen?



Kuva 50: Suomessa talvi muodostaa ympäristövaatimuksiin useista muista maista poikkeavia erityispiirteitä. (Patria)

- ympäristön melutasoon: minkälaisessa taustamelussa tai kohinassa esimerkiksi akustisen tiedustelujärjestelmän tai valvontajärjestelmän operaattorin tulee kyetä toimimaan?
- sähkömagneettiseen ympäristöön: minkä tehoista ja taajuuista sähkömagneettista säteilyä materiaalin tulee kestää toiminnan häiriytymättä ja laitteistojen vioittumatta. Sähkömagneettisen säteilyn sietokyky on tärkeätä myös muille kuin elektroniikkajärjestelmille. USA:ssa on sattunut lentotukialuksilla onnettomuuksia, joissa aluksen tutkan säteily on laukaissut lentokannella olevia raketteja aiheuttaen pahojakin onnettomuuksia.
- sähköstaattiseen ympäristöön: mitä staattisen sähkönsietokykyä materiaalilta edellytetään? Esimerkiksi ilmakuljetettava materiaali voi altistua suurillekin staattisille sähkökentille.
- kemialliseen ympäristöön: mitä poltto- ja voiteluaineita, liuottimia yms. materiaalin tulee sietää?
- biosfääriin: mitä eläin- ja kasvikunnan vaikutuksia materiaalin tulee kestää? Esimerkiksi jyrsijät ja homeet voivat olla joissakin oloissa suuri ongelma materiaalin toimintakuntoisuudelle.

Aiheutettu ympäristö tarkoittaa materiaalin ympäristöönsä kohdistamaa vaikutusta. Se voi olla esimerkiksi

- Mekaanista rasitusta painon (esimerkiksi akselipaino), värinän (esimerkiksi telakoneiston) ja iskujen (esimerkiksi rekyylin) muodossa.
- Muuhun materiaaliin ja ihmisiin kohdistuvaa lämpökuormaa: erilaiset lämpöhäviöt lämmittävät toimintaympäristöä, nostavat ympäristön lämpötilaa ja kuormittavat ilmastointia.
- Aiheutettua melua sekä käyttäjien ja sivullisten että vastustajan sensoreiden näkökulmasta
- Sähkömagneettista säteilyä: järjestelmän radio- tai tutkalaitteiden lähteiden lisäksi myös elektronisista laitteista lähtevä säteily voi vaikuttaa muiden järjestelmien toimintaan – esimerkiksi radiojärjestelmän lähete voi estää aluksen omasuojajärjestelmän toiminnan tai elektroniikkajärjestelmien häiriösäteily voi heikentää lähellä toimivien sensoreiden suoritustarvoja.
- Kemiallisia jäämiä ja ympäristöön jääviä vaarallisia tai haitallisia aineita.
- Muita ympäristöhaittoja, kuten jätteitä tai toimintaympäristön muokkautumista järjestelmän käytön seurauksena, esimerkiksi ajoneuvojen aiheuttamia maastovaurioita.

Järjestelmän tai joukon synnyttämä heräte on sotilaskäytössä tärkein aiheutetun ympäristön ominaisuus. Heräte sisältää järjestelmän ympäristöönsä välittämät ominaispiirteet, jotka järjestelmä heijastaa tai jotka syntyvät järjestelmässä. Tällaisia ominaispiirteitä ovat:

- Akustinen heräte: järjestelmästä ilman, veden tai maaperän välityksellä välittyvän äänen taso ja ominaispiirteet.
- Sähkömagneettinen heräte: järjestelmästä välittyvän radiotaajuuden sähkömagneettisen säteilyn, lämpösäteilyn, näkyvän valon ja ultraviolettisäteilyn taso ja ominaispiirteet.
- Paineheräte: järjestelmän maaperään tai veteen luoma paine.
- Magneettinen heräte: järjestelmän luoma muutos magneettikentässä.

Ympäristövaatimuksissa on huomioitava myös kestävän kehityksen periaatteet, eli ratkaisusta mahdollisesti aiheutuvat pitkäaikaiset ympäristörasitukset sekä energian ja luonnonvarojen käyttö.

3. Rajapintavaatimukset

Ulkoiset rajapintavaatimukset kuvaavat millaisia liityntöjä järjestelmällä on muihin järjestelmiin. Rajapinta voi olla esimerkiksi:

- toiminnallinen: sen kautta siirretään jotakin, kuten informaatiota
- materiaallinen: sen kautta siirretään polttoainetta, ampumatarvikkeita, kuormalavoja tms.
- mekaaninen: esimerkiksi käytettävä laiteasennuskehikko, hinausaisa tai polttoainesuutin)
- sähköinen (esimerkiksi tehonsyöttö tai ulkoisen antennin liityntä ja signaali)



Kuva 51: Hankittavasta materiaalista on aikanaan myös luovuttava. Tästä aiheutuvat ympäristövaatimukset tulee huomioida jo materiaalia hankittaessa.
(SA-kuva)

Rajapintavaatimukset voivat kohdistua myös järjestelmän sisälle. Tällöin on kyse siitä, että jotain järjestelmän osaa halutaan kontrolloida omana kokonaisuutenaan. Yleensä kyse on siitä, että järjestelmän suunnittelussa on päädytty käyttämään jotain vakioelementtiä, jonka puolustusvoimat kohdistaa järjestelmään varastoistaan (GFE, Government-Furnished Equipment) tai elementti hankitaan muualta kuin muu järjestelmä tai siitä, että järjestelmän elinjaksonhallinta edellyttää kykyä vaihtaa kyseinen elementti esimerkiksi elinjakso päivituksen yhteydessä. Tällöin kyseinen elementti määritetään konfiguraatioelementiksi, jonka rajapinta muuhun järjestelmään määritetään rajapintavaatimuksina.

Infrastruktuurivaatimukset ovat vaatimuksia, joiden avulla varmistetaan, että järjestelmä on yhteensopiva sitä huoltavan, varastoivan, kuljettavan, kouluttavan tai muutoin tukevan infrastruktuurin kanssa. Infrastruktuurivaatimusten käsittely omana vaatimusryhmänä ei ole suositeltavaa, koska infrastruktuurivaatimukset eivät ole yhtenäinen vaatimusluokka, vaan ne edustavat erilaisilta sidosryhmiltä tulevia vaatimuksia esimerkiksi toiminnallisuuksille, ympäristöolosuhteille ja toteutuksen reunaehdoille. Esimerkkeinä vaikkapa kunnossapitajärjestelmän asettama vaatimus sisäisestä vikadiagnostiikasta, varastointijärjestelmän asettama vaatimus varastointilämpötiloista, kuljetusjärjestelmän asettamat reunaehdot maksimimitoille ja painoille sekä koulutusjärjestelmän vaatimus simulaattoritoiminnallisuudesta.

4. Toteutuksen reunaehdot

Toteutuksen reunaehdoilla ohjataan ratkaisun toteuttamista haluttuun suuntaan. Reunaehdot voivat perustua esimerkiksi

- lainsäädäntöön ja viranomais määräyksiin
- noudatettavaksi vaadittaviin standardeihin
- tuoteoikeuksiin ja tuotteiden käyttörajoituksiin
- strategiaan linjauksiin, kuten kotimaiseen osuuteen

Reunaehdot rajoittavat vaihtoehtotarkasteluja, joten niitä tulee käyttää harkiten.

5. Suunnitteluvaatimukset

Suunnitteluvaatimukset kuvaavat miten järjestelmä on suunniteltava, miten suunnitelmat tulee hyväksyttävä ja ratkaisu kehittää sekä todentaa toimivaksi. Suunnitteluvaatimuksiin voidaan sisällyttää katselmuksia tai vaatia jonkin vakiintuneen toimintatavan standardin toimintatavan noudattamista. Suunnitteluvaatimuksia tulee asettaa vain mikäli se on todella tarpeellista, esimerkiksi viranomaishyväksynnän saamiseksi, luotettavuuslaskelmien tekemiseksi tms. seikan vuoksi.

6. Käytettävyyksivaatimukset

Käytettävyys kuvaa missä määrin järjestelmä kykenee täyttämään operatiivisen tehtävänsä. Se voidaan kuvata todennäköisyytenä (järjestelmän oltava *käytettävissä* 95 % *todennäköisyydellä*), käyttöaikana (järjestelmän oltava *käytettävissä* 120 tuntia

kuukaudessa) tai käytettävissä oloajan suhteena epäkäytettävyyssajaan (*käytettävyyden tulee olla 95 %*). Käytettävyyys muodostuu operatiivisesta käytettävyydestä ja käyttövarmuudesta. Operatiivinen käytettävyyys tarkoittaa sitä, että järjestelmä kykenee olosuhteiden puolesta suoriutumaan sille suunnitellusta tehtävästä. Esimerkiksi järjestelmä, jota ei voida käyttää sumun tai meren jäätyamisen vuoksi, ei ole operatiivisesti käytettävissä. Käyttövarmuus tarkoittaa sitä, että järjestelmä on toimintakuntoisena käyttäjänsä hallussa siten, että se täyttää sille asetetut kriittiset järjestelmävaatimukset. Järjestelmässä olevat pienet puutteet ja viat, jotka eivät vaaranna tai estä järjestelmän soveltuvuutta operatiiviseen tehtävään, eivät vaikuta käyttövarmuuteen. Käyttövarmuus muodostuu osin järjestelmän ominaisuuksista ja osin järjestelmää ylläpitävän logistiikkajärjestelmän ominaisuuksista, joten osa käytettävyyysvaatimuksista kohdistuu järjestelmään ja osa sitä tukevaan logistiikkajärjestelmään. Järjestelmään liittyviä käyttövarmuusominaisuuksia ovat järjestelmän tekninen luotettavuus ja taistelunkesto. Logistiikkajärjestelmän kyky korjata vikaantunut laite ja toimittaa se käyttäjälle vaikuttavat käytettävyyteen.

7. Turvallisuusvaatimukset

Turvallisuusvaatimukset käsittävät käyttö- ja työturvallisuuteen, sähkö-, palo- räjähd-, liikenne- ja tietoturvallisuuteen sekä ympäristöturvallisuuteen liittyviä vaatimuksia. Turvallisuusvaatimusten laadinnassa on kyettävä näkemään sekä rauhan että sodan ajan asettamien tarpeiden erilaisuus. Rauhan aikana turvallisuutta uhkaavina tekijöinä ovat lähinnä erilaiset yllättävistä teknisistä vioista, käyttäjän huolimattomuudesta ja kunnossapidon laiminlyönnistä johtuvat onnettomuudet, kun taas kriisiaikana vihollisen vaikutus on merkittävin turvallisuutta heikentävä tekijä. Toki vihamielinen tiedustelu vaikuttaa jo rauhan aikana, joten se on otettava huomioon materiaallisen ratkaisun kehittämisessä.

8. Dokumentointivaatimukset

Dokumentointivaatimukset voivat kohdistua esimerkiksi laadittaviin dokumentteihin, dokumentoitaviin asioihin, dokumenttien rakenteeseen, tietformaattiin tai ulkoasuun tai dokumenttien hyväksymismenettelyihin. Dokumentaatiovaatimuksissa voidaan edellyttää esimerkiksi seuraavien dokumenttien laatimista halutussa muodossa:

- Turvallisuuskäytäntö ja erilaiset viranomaisvakuutukset (Compliance Assessments), kuten käyttöturvallisuusvakuutus, sähköturvallisuusvakuutus jne.
- Käyttökäytäntö (operatiivinen ja teknistoiminnallinen käyttökäytäntö)
- Käyttöönotto-, kunnossapito- ja korjauskäytäntö eri huoltotasolle
- Koulutuskäytäntö
- Tekninen dokumentaatio

9. Teknisen elinjakson vaatimukset

Teknisen elinjakson vaatimusten kuvaamisen tavoitteena on luoda tekniset edellytykset ylläpitää järjestelmää ja sen suorituskyykyä koko sille määritetyn elinjakson ajan. Vaatimuksissa kuvataan esimerkiksi:

- Mikä on järjestelmältä vaadittu käyttöikä kalenterivuosina, käyttötunteina, ajokilometreinä, laukausmäärinä tai muina vastaavina käyttöä kuvaavina suureina. Samalla on kuvattava myös se mikä on järjestelmän suunniteltu vuosittainen käyttömäärä tai käyttöaste.
- Mikä on järjestelmän tai sen jonkin osan mahdollinen ”hylläykä”, eli fyysinen vanhenemisaika.
- Mitä ennakoivaa ja korjaavaa kunnossapitoa elementti elinjaksonsa aikana saa tarvita ja paljonko tähän voidaan käyttää resursseja.
- Miten myyjän vaaditaan ylläpitävän elementin tuotantoa ja kuinka pitkään elementin konfiguraation on pysyttävä samana valmistajan tuotannossa.
- Missä määrin on valmistajan tulee sitoutua tuottamaan tukipalveluita ja kuinka pitkään elementti tulee kelpuuttaa järjestelmän osaksi tämän tuen lakattua
- Mitä vaaditaan järjestelmän elinjakson aikainen kehittämisen mahdollistamiseksi ja uhkaan nähden suhteellisen suorituskyyvyn ylläpitämiseksi

Edellä kuvattiin kymmenen tyypillisintä materiaaliin kohdistuvaa vaatimusta. On huomattava, että yhtä ainoata kaikkiin tapauksiin tarkoituksenmukaisinta tapaa jakaa vaatimukset ei ole mahdollista kuvata. Sen vuoksi edellä esitetyistä kymmenestä luokasta poikkeavat ratkaisut eivät välttämättä ole vääriä tai huonosti soveltuvia.

5.1.4.3 Käyttö- ja toimintaperiaate

Käyttö- ja toimintaperiaate jakautuu operatiiviseen, taktiseen ja taistelutekniseen käyttöperiaatteeseen. Operatiivinen käyttöperiaate tarkoittaa joukon roolia ja tehtävää eri taistelulajeissa. Taktinen käyttöperiaate tarkoittaa tilanteen, maaston ja olosuhteiden hyödyntämistä joukon käytössä. Taistelutekninen käyttö kuvaa miten joukkoa tai järjestelmää käytetään toiminnallisesti. Esimerkiksi ilmatorjuntaohjusjärjestelmän operatiivinen käyttöperiaate voi olla suojata joukon perustamista ja keskittämistä operaatioalueelle. Taktinen käyttöperiaate voi olla estää vapaa ilmatilan käyttö ja tuottaa tuliylläköin tappioita hyökkääjälle. Taistelutekninen käyttöperiaate voi olla käyttää yhtä yksikköä maalinosoitukseen ja toista tulittamiseen.

1. Operatiivinen käyttö

Operatiiviselle käyttöperiaatteelle voidaan asettaa vaatimuksia esimerkiksi operatiivisen liikkuvuuden, eli toiminta-alueelle keskittämisen, mahdollisten tehtävien (esimerkiksi *torjuu, pitää, lyö, viivyttää, tuottaa tappioita, harhauttaa ...*), yhteisoperaatio-kyyvyn sekä tehtävän jälkeisen toimintakyyvyn palautumisen suhteen. Operatiivisissa vaatimuksissa tulee kuvata millaisia ominaisuuksia suorituskyyvylle, joukolla tai

järjestelmällä tulee olla, jotta sitä kyetään käyttämään operatiivisesti osana puolustusratkaisua.



Kuva 52: *Crotale-ohjusvaunu toteuttaa taktista liikkuvuutta ylittämällä ponttonisiltaa.* (SA-kuva)

2. Taktinen käyttö

Taktiselle käytölle voidaan asettaa vaatimuksia esimerkiksi taktisen liikkuvuuden, taistelutapojen monipuolisuuden (esimerkiksi *hyökkäys, puolustus, viivytytys, ylläkkö, parveilu*) erilaisten ympäristöolosuhteiden (yöllä, talvella, kelirikkoaikana...) sekä taistelutavan muutoksen nopeuden suhteen.

3. Taistelutekninen käyttö

Taisteluteknisin vaatimuksin voidaan kuvata miten joukkoa tai järjestelmää on kyettävä käyttämään taistelussa: *siirtyy tuliasemaan – tulittaa – siirtyy väistö/lataus-asemaan, osoittaa maalin toiselle lavetille, suojaa itsensä harhamaaleilla, liikkuvuudella, linnoittamalla, hallitsee alueensa läsnäololla, sulutteilla tai tulella yms.*

5.1.4.4 Organisaatio

Organisaatio on kuvaus joukkorakenteesta ja toiminnallisesta rakenteesta. Joukkorakenne kuvaa Pääesikunnan, sen alaisten laitosten sekä maa-, meri- ja ilmapuolustuksen johtoportaiden ja joukkojen sekä rajavartiolaitoksen puolustusvoimien johdossa

olevien joukkojen rakenteen. Sotilaallisen tehtävän mukaan muodostettava taistelujao-
tus kuuluu joukkorakenteeseen.

Toiminnallinen rakenne kuvaa tiettyä toimintaa tai muuta tarkoitusta varten muodoste-
tun, linjaorganisaation hallinnolliset rajat ylittävän rakenteen. Toiminnallista rakennet-
ta ei tule sekoittaa käyttö- ja toimintaperiaatteeseen, joka kuvaa suorituskyvyn käyttöä.



Kuva 53: Taistelutekninen suoritus: sotilaspoliisi harjoittelee ajoneuvon pysäytystä. (J. Kosola)

Organisaatiolla on sekä rakenteellisia että toiminnallisia ominaisuuksia, joihin voi kohdistua vaatimuksia. Rakenteellisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi organisaation koko, hierarkiatasojen määrä, johtajien määrä suhteessa johdettaviin, rakenteiden modulaarisuus ja yksiköiden tehtäväkohtainen räätälöitävyys sekä kyky sietää tappioita ylimääräisen kapasiteetin tai korvaavien rakenteiden avulla.

Toiminnallisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi itsenäisyys ja omavaraisuus, tappioiden sieto toimintojen uudelleenjärjestelyillä, oppimis- ja mukautumiskyky (virheistä oppiminen, innovatiivisuus, joustavuus, muutosvalmius, ketteryys), toleranssi (eli poikkeamien ja virheiden sieto).

Edellisten lisäksi organisaatiolla on myös organisaatiokulttuurillisia ominaisuuksia, kuten johtaminen (vastuuta ja toiminnan vapautta antava, tiukasti säätelevä ja kontrolloiva jne.), byrokraattisuus, työn jakautuminen, henkilöstöryhmien tasapuolinen kohtelu yms.

5.1.4.5 Informaatio

Informaatio käsittää sekä järjestelmän sisältämän informaation että siihen saapuvan ja siitä lähtevän informaation. Se koostuu informaatiovuosta, -rajapinnasta ja -elementistä. Informaatiolla voidaan tilanteen mukaan tarkoittaa sekä dataa, informaatiota että tietoa. Informaatiovuo kuvaa reitin, jota pitkin informaatio kulkee sisältäen reitin alkua ja päätepisteen. Informaatorajapinta on kuvaus siitä, miten informaatorajapinta järjestelmän ja ulkomaailman välillä tai järjestelmän sisällä toteutetaan. Informaatioelementti puolestaan kuvaa sitä informaatiota, jota järjestelmässä halutaan käsitellä (esimerkiksi tutkasignaalin välittämä maalitieto).

Informaatiolle voidaan asettaa vaatimuksia esimerkiksi seuraavien ominaisuuksien suhteen:

- tarpeellisuus ja soveltuvuus käyttötarkoitukseen
- luotettavuus: luottamuksellisuus, saatavuus ja eheys
- oikeuksien hallinta ja toimijoiden tunnistaminen ja hyväksyminen
- ajoitus, ajantasaisuus, viipeettömyys ja vasteaika
- tarkkuus, erottelukyky ja kattavuus
- esitysmuoto
- käsitteistö
- jakelu
- proaktiivisuus ja reagoivuus, eli tuotetaanko informaatiota ennen kuin sitä tarvitaan, vai ryhdytäänkö sitä tuottamaan vasta kun tarve on ilmaantunut
- informaatiovirran uutuusarvo ja sen vastakohtana toisto

On huomattava, että tässä informaatiolla käsitetään nimenomaan informaation sisältöä, ei välinettä, jolla sitä tuotetaan, prosessoidaan tai tallennetaan. Tähän eivät siten kuulu teknisten järjestelmien tai ihmisten kyky käsitellä ja välittää informaatiota.

Esimerkiksi:

Maali-ilmoitus käsittää

- 1) maalin koordinaatit (PIK), 90 % varmuudella virhe alle 10 m
- 2) maalin tyypin (ajoneuvo, ilma-alus, pinta-alus, vedenalainen kohde)
- 3) maalin liikevektorin (suunta, nopeus), sallittu virhe 5 %
- 4) maalin kansallisuuden (oma, liittolainen, vihollinen, neutraali), 95 % varmuudella
- 5) havainnointiaika (UTC), 5 s tarkkuudella

Lisäksi voidaan määrittää esimerkiksi, että ilmoituksen viestinnässä käytetään englanninkieltä ja tiettyjä sanoja.

Kun informaatio määritetään omana kokonaisuutenaan, voi toteutus perustua sekä materiaaliin (esimerkiksi sanomanvälitysjärjestelmä) että henkilöstöön (viestintäpuheella).

5.1.5 Elinjaksonäkymä - elinjaksovaatimukset

Elinjaksonäkymä kuvaa suorituskyvyn aika- ja resurssiulottuvuuden. Elinjaksomalli ohjaa erottamaan kustannusten suunnittelun resurssien suunnittelusta.

5.1.5.1 Vaihe

Vaihe mahdollistaa suorituskyvyn elinjakson vaiheiden sitomisen aikaan. Vaiheet on kuvattu puolustusvoimien suorituskyvyn elinjaksonhallinnan normeissa ja oppaissa.



Kuva 54: Kolme esimerkkiä elinjaksovaiheista: yllä yleinen projektin elinjakso-malli, keskellä puolustusvoimien kehittämisohjelmien suunnittelussa ja toimeenpanossa käytettävä malli ja alla julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan suosittelema kehittämisprojektien vaihemalli

5.1.5.2 Kustannukset

Kustannukset jakautuvat kertaluonteisiin investointikustannuksiin sekä suorituskyvyn omistamisesta ja operoinnista koituviin jatkuvaluonteisiin operointikustannuksiin. Luopumisesta aiheutuvat kertaluontoiset kustannukset on eritelty purkamiskustannuksiksi. Suorituskyvyn liittyvien elinjakso-kustannusten laskenta ohjeistettu suorituskyvyn elinjaksonhallinnan ohjeistuksessa ja toimintaan liittyvien kustannusten laskenta on ohjeistettu puolustusvoimien toiminnan ja resurssien suunnittelun ja seurannan ohjeistuksessa.

5.1.5.3 Resurssit

Resurssit jakautuvat henkilöstöön ja rahavaroihin. Henkilöstö voidaan tarpeen mukaan jakaa esimerkiksi sotilas- ja siviilihenkilöstöön, virka- ja työ-sopimussuhteisiin jne. Rahavarat voidaan jakaa esimerkiksi tilausvaltuus- ja toimintamenovaroihin. Resurs-

seihin liittyviä vaatimuksia ovat esimerkiksi riittävyys, kustannustehokkuus, käytön tasaisuus ja vaikkapa määräajat resurssien sitomisesta ja käyttämisestä.

5.2 PUOLUSTUSJÄRJESTELMÄ

Osana puolustusvoimien suorituskyvyn elinjaksonhallinnan kokonaisehittämistä 2011-2012 määriteltiin käsite puolustusjärjestelmä kuvaamalla sille hierarkkinen rakenne. Rakenne määrittää puolustusjärjestelmän osajärjestelmät, niiden keskinäisen asemoinnin sekä eri puolustushaarojen joukkojen ja järjestelmien kytkeytymisen kokonaisuuteen. Puolustusjärjestelmän rakenne mahdollistaa osa-alueiden tarkastelun osana kokonaisuutta muun muassa vaatimusten, arkkitehtuurien ja konseptien muodostamisessa.



Kuva 55: Suorituskyvyn käsite määrittää mitä ominaisuuksia (joille voidaan asettaa vaatimuksia) puolustusjärjestelmällä on ja puolustusjärjestelmän rakenne määrittää mitkä ovat ne joukot ja järjestelmät, jotka kyvyn luovat (ja joihin vaatimukset kohdistuvat).

Puolustusjärjestelmän rakenne perustuu luvussa 5.1.4 kuvattuun suorituskyvyn käsite-mallin järjestelmänäkymään. Siinä missä suorituskyvyn järjestelmänäkymä on geneerinen, eli yleisluonteinen, puolustusjärjestelmä kuvaa konkreettiset joukot ja järjestelmät. Vaatimustenhallinnan kannalta puolustusjärjestelmän rakenne kuvaa tekemisen kohdetta, eli niitä joukkoja ja järjestelmiä, joille vaatimuksia asetetaan. Vaatimusten, arkkitehtuurien ja konseptien hallinta ovat puolestaan mekanismeja, joilla hallitaan puolustusjärjestelmää. Tekemistä, kuten puolustusjärjestelmän suunnittelu, kehittäminen ja rakentaminen, taas kuvataan erilaisilla prosesseilla, kuten elinjaksomallilla, strategisella suunnittelulla ja hankeohjauksella.

Suorituskyvyn käsite ja puolustusjärjestelmän rakenne liittyvät toisiinsa siten, että ensin mainittu kuvaa ominaisuuksia, joista suorituskky muodostuu, jälkimmäinen ne

joukot ja järjestelmät, joilla nämä ominaisuudet ovat. Siten suorituskyvyn käsitelmä kuvaa *mitä* vaaditaan ja puolustusjärjestelmän rakenne määrittää *miltä* jotakin vaaditaan.

Puolustusjärjestelmä on jaettu osajärjestelmiin niiden pääsuorituskysäalueen mukaan. Osajärjestelmäjaon tavoitteena on ryhmitellä suorituskysäyiltään ja toiminnallisuksiltaan samanlaiset järjestelmät samaan joukkoon. Tällaisille ”järjestelmäperheille” voidaan antaa yhteisiä vaatimuksia ja niiden kehittämistä voidaan koordinoida toimialaohjausteitse. Tämä mahdollistaa myös asioiden tarkastelemisen osana kokonaisuutta, sekä toiminnallisuksien kehittämisen ja koordinoimisen yli puolustushaara- ja aselajirajojen.

Kaikki osajärjestelmät koostuvat suorituskysäyyn käsitelmän mukaisesti henkilöstöstä, materiaalista, käyttö- ja toimintaperiaatteesta, organisaatiosta ja informaatiosta. Osajärjestelmät muodostuvat *järjestelmästä* ja *joukoista*, jotka kuuluvat pääkysäkykytensä mukaiseen osajärjestelmään. Osajärjestelmällä ja järjestelmällä tai joukolla on pääkysäkykytensä lisäksi tukikysäkykyksiä, joita se tarvitsee tehtäviensä toteuttamiseen. Osajärjestelmät ovat:

- Tiedustelu-, valvonta- ja maalittamisjärjestelmä
- Johtamisjärjestelmän johtamisrakenne
- Taistelujärjestelmä
- Logistiikkajärjestelmä
- Johtamisjärjestelmän verkostorakenne
- Suojan järjestelmä
- Joukkotuotantojärjestelmä
- Toiminnanohjausjärjestelmä

Taistelujärjestelmän pääkysäkykyys on vaikuttaminen, eli tulenkäyttö ja liike. Nämä ovat useimpien puolustusvoimien joukkojen päätehtävänä, joten taistelujärjestelmä käsittää suurimman osan puolustusvoimien joukoista. Suojan järjestelmä puolestaan on järjestelmästä pienin, koska suojan kysäkykydet, kuten suojautuminen kineettisiä ammuksia, elektronista häirintää tai taisteluaineita vastaan, ovat tyypillisesti osa kaikkia järjestelmiä. Varsinaisesti suojan järjestelmään kuuluu lähinnä CBNR-tiedustelu- ja puhdistusjärjestelmiä sekä erilaisia suojavarusteita. Ensimmäiset kuusi järjestelmää muodostavat puolustusvoimien sodan ajan suorituskysäyyn ytimen. Sen sijaan kaksi viimeksi mainittua järjestelmää, eli joukkotuotanto- ja toiminnanohjausjärjestelmät ovat luonteeltaan tukevia. Niiden tehtävänä on ensisijaisesti normaalioloissa luoda ja ylläpitää sodan ajan suorituskysäy joukkoineen ja järjestelmineen. Toiminnanohjausta tarvitaan toki myös kriisiaikana, mutta sen merkitys on suurimmillaan nimenomaan kriisiajan suorituskysäyyn luomisessa. Joukkotuotantojärjestelmän nostaminen omaksi osajärjestelmäkseen johtuu Suomen yleiseen asevelvollisuuteen perustuvasta puolustusratkaisusta, jossa varusmies- ja reserviläiskoulutus on keskeisessä asemassa. Toiminnanohjausjärjestelmä ei todellisuudessa ole

järjestelmä, vaan joukko järjestelmiä, tai pikemminkin erillisiä prosesseja, joilla puolustusvoimien toimintaa suunnitellaan ja ohjataan.

Tiedustelu-, valvonta- ja maalittamisjärjestelmä sekä taistelujärjestelmä ja logistiikka-järjestelmä ovat selkeästi omia järjestelmiään. Johtamisjärjestelmä on jossain määrin epämääräisempi, sillä se ulottuu myös muihin järjestelmiin. Esimerkiksi taistelujärjestelmässä olevat radiot ja johtamispaikkalaitteistot ovat osa johtamisjärjestelmää. Johtamisjärjestelmän verkostorakenne toimii ”liimana”, joka mahdollistaa erilaisten osajärjestelmien kytkemisen toisiinsa. Se tuottaa johtamiseen tarvittavat suorituskyyvyt, kuten tiedon käsittely, välitys ja tallennus sekä ajan ja paikan hallinta.

Kukin osajärjestelmä on itse asiassa erillisistä samaa suorituskyyvialuetta tukevista järjestelmistä muodostuva järjestelmäperhe (engl. Family of Systems, FoS). Tällaiseen perheeseen kuuluu useita itsenäisiä järjestelmiä, jotka puolustusjärjestelmärakenteen mukaan ovat alijärjestelmiä, mutta joista tässä vaatimustenhallinnan oppaassa käytetään yksinkertaista nimitystä (yksittäinen) järjestelmä tai joukko.

Tässä vaatimustenhallinnan oppaassa ei ole tarkoituksenmukaista käsitellä puolustusjärjestelmän rakennetta tätä pidemmälle. Vaatimustenhallinnan kannalta olennaista on havaita, että vaatimukset voivat koskea:

- koko puolustusjärjestelmää
- jotakin osajärjestelmää
- yksittäistä järjestelmää tai joukkoa, tai niiden osaa

Kaikille puolustusjärjestelmähierarkian tasoille voidaan asettaa suorituskyyvy-, kyyvykyy- ja järjestelmävaatimuksia. Usein vallalla oleva ajatus siitä, että suorituskyyvyvaatimukset koskisivat vain koko puolustusjärjestelmää tai osajärjestelmää ja järjestelmävaatimukset vain alijärjestelmiä, on täysin väärä. Siinä missä alijärjestelmälläkin on sen olemassaolon tarkoituksen määrittävät suorituskyyvyvaatimukset, myös puolustusjärjestelmällä voi olla järjestelmävaatimuksia, kuten kansainvälinen yhteensopivuus.

5.3 VAATIMUSTEN LIITYNTÄ PROSESSEIHIN

Tässä kirjassa on kuvattu vaatimuksia ja niiden hallintamekanismeja. Vaatimustenhallinta ei kuitenkaan koskaan elä omaa elämäänsä irrallaan muusta organisaation toiminnasta. Se liittyy aina johonkin organisaation ydin- tai tukitoimintoon. Esimerkiksi henkilöstöä kehitetään rekrytoinnissa, urasuunnittelussa, perus-, jatko- ja täydennyskoulutuksessa, johtajakoulutuksessa, kompetenssikartoituksin, kehityskeskusteluin, esimies-alainen-vuorovaikutusvalmennuksessa ja monissa muissa erillisissä prosesseissa. Vastaavasti materiaalista suorituskyyvyä kehitetään tutkimus- ja kehittämistoiminnalla, materiaalihankinnoin, teollisella yhteistyöllä, huoltovarmuuden kehittämisenä ynnä muilla keinoilla.

Puolustusvoimissa vaatimukset kohdistuvat puolustusjärjestelmään tai toimintajärjestelmään.

Puolustusvoimissa vaatimukset kohdistuvat puolustusjärjestelmään tai toimintajärjestelmään. Vaatimuksia hallitaan puolustus- ja toimintajärjestelmien suunnittelussa, kehittämisessä, rakentamisessa, käyttämisessä ja purkamisessa vaatimustenhallinnan menetelmien mukaisesti, mutta osana puolustusvoimien ydin- ja tukiprosesseja. Esimerkiksi puolustusjärjestelmän suorituskykyä suunnitellaan strategisen suunnittelun prosessissa, jossa laaditaan puolustusvoimien suorituskykyvaatimukset ja ne kontekstiinsa liittävät puolustusjärjestelmän käyttötapauskuvaukset. Näiden perusteella tunnistetaan millaisia suorituskykyjä tulee kehittää sekä mitkä ovat näiden suorituskykyjen vaatimukset ja toteutuksen reunaehdot. Niistä saadaan perusteet kehittämis-, ylläpito- ja luopumishankkeille. Puolustusjärjestelmän arkkitehtuuriprosessi tuottaa erilaisia järjestelmävaatimuksia osajärjestelmille. Niillä pyritään varmistamaan toiminnallisten ja teknisten ratkaisujen yhteentoimivuus sekä kehitettävien ratkaisujen monikäyttöisyys. Hankeohjausprosessi kuvaa miten hanke suunnitellaan ja toteutetaan. Hankkeen suunnitteluvaiheessa suorituskyky-, kyvykkyys- ja järjestelmävaatimuksia täydennetään ja tarkennetaan. Jo hyväksytyjä vaatimuksia voidaan joutua esimerkiksi yhteentoimivuus- tai kustannustehokkuussyistä muuttamaan. Järjestelmävastuutahot laativat omissa prosesseissaan tarkemmat kuvaukset järjestelmän teknisestä ja toiminnallisesta rakenteesta ja laativat lopulliset järjestelmävaatimukset.



Kuva 56: Suorituskyvyn näkymät määrittävät mitä ominaisuuksia suorituskyvyllä on. Vaatimustenhallinta asettaa vaatimuksia näille ominaisuuksille. Elinjaksoprosesseissa kehitettävä ratkaisu luo suorituskyvyn vaikuttavuuden.

LIITTEET

Liite 1: Käsitteet ja niiden määritelmät

Liite 2: Suorituskyvyn kyvykkyyalueet (FinJCA)

Liite 3: Esimerkki vaatimuksista suorituskykyprosessissa

LIITE 1: KÄSITTEET JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Asiakas	Taho, jolle työ tehdään.
Evaluointi	Toimenpide, jossa arvioidaan järjestelmän tai jonkin sen osan toimintaa jotakin ennalta asetettua vaatimusta vasten.
Hanke	Puolustusvoimien kehittämisohjelmassa määritellyn suorituskyvyn luomiseksi muodostettava täsmällisesti määritelty toimintokokonaisuus, jonka tuloksena syntyy järjestelmä tai joukko.
Informaatio	Kattaa kaiken järjestelmän sisältämän sekä siitä lähtevän tai siihen saapuvan informaation. Informaatiolla voidaan tarkoittaa sekä dataa, informaatiota että tietoa.
Informaatioelementti	Kuvaa sen informaation, jota järjestelmässä kulloinkin halutaan käsitellä (esimerkiksi esittää, siirtää, muokata). Informaatioelementti voi olla esimerkiksi tilannekuvassa esitettävä maalitieto, joka koostuu kuvasta ja tekstistä.
Informaatorajapinta	Kuvaa sen rajapinnan, jonka kautta järjestelmän käsittelemää informaatiota siirretään.
Informaatiovuo	Kuvaa reitin, jota pitkin informaatio siirretään. Informaatiovuohon kuuluu alkua- ja loppupiste (lähde ja nielu) sekä reitti.
Järjestelmä	Toiminnaltaan yhteen kuuluvien osien kokonaisuus. Mikäli muuta ei määritellä, sotilaallisessa kontekstissa järjestelmällä tarkoitetaan sositteknistä järjestelmää, joka koostuu järjestelmänäkymän mukaisista rakenneosista. Systeemi on synonyymi järjestelmälle.
Järjestelmäarkkitehtuuri	Kuvaus järjestelmän eri osien ja toimintojen välisistä suhteista ja rajapinnoista.
Katselmus	Puolustusvoimien projektiohjeen mukaisesti katselmukseksi nimetty ja hankesuunnitelmassa kuvattu arviointitilaisuus, jossa tarkastellaan johonkin vaiheeseen liittyviä suunnitelmia ja niiden toteutumista sekä päätetään jatko-toimista.
Kiinteistö	Rakennukset ja alueet sekä niihin liittyvä tekniikka.
Kohdentaminen	Vaikutuksen kohdentaminen alueellisesti ja ajallisesti.

Konfiguraationhallinta	(Configuration Management, CM): Järjestelmän jakamista hallinnollisiin osiin, konfiguraatioyksiköihin, ja näiden osien hallintaa järjestelmän elinjakson aikana.
Konteksti	Viitekehys, jossa asiaa tarkastellaan.
Koulutusmateriaali	Järjestelmän koulutusvälineet, simulaattorit, emulaattorit, maalilaitteet yms. välineet ja dokumentaatio.
Kulutusmateriaali	Järjestelmän käytön edellyttämää materiaalia, jota ylläpidetään täydennyksillä. Näitä ovat esimerkiksi ampumatarvikkeet sekä poltto- ja voiteluaineet.
Kyvykkyys	Potentiaali tehdä jotain. Kun kyvykkyys liitetään todelliseen järjestelmään, muodostuu kyky. Kyvykkyudet ryhmitellään kyvykkyysnäkömukan mukaisesti.
Käyttäjä	Järjestelmää operoiva taho (käyttäjäorganisaatio) tai järjestelmää omassa toiminnassaan hyödyntävä taho (loppukäyttäjä). Esimerkiksi viestijärjestelmässä operoiva taho, operaattori, voi olla viestipataljoona (jota hankkeessa voi edustaa viestiaselajin nimeämä edustaja) ja loppukäyttäjä voi olla puhelimen tai radion käyttäjä (jota hankkeessa voi edustaa vaikkapa jalkaväki, tykistö tai ilmatorjunta).
Käyttäjäorganisaatio	Järjestelmää käyttävä organisaatio, kuten jääkärikomppania.
Käyttöhenkilöstö	Järjestelmän loppukäyttäjä ja järjestelmää käyttävä henkilöstö.
Käyttömateriaali	Järjestelmään kuuluvat sen operoinnin edellyttämät laitteet ja välineet sisältäen myös vaihtolaitteet ja varaosat.
Käyttötilanne	Laajahko kokonaisuus erilaisia tapauksia, joissa järjestelmän suorituskykyä on suunniteltu käytettäväksi, esimerkiksi rauhanaikainen koulutus, operatiivinen toiminta normaalioloissa, strategisen iskun ennaltaehkäisy ja torjunta, laajamittaisen hyökkäyksen torjunta, kansainvälinen rauhanturvatoiminta jne. Operatiiviseen käyttöön liittyviä käyttötilanteiden kuvauksia kutsutaan skenaarioiksi.
Linjaorganisaatio	Yrityksen tai yhteisön virallinen organisaatio, joka on määritelty johtosäännössä, työjärjestyksessä tms. asiakirjassa tehtäviltään, vastuultaan ja valtuuksiltaan.

Logistiikkamateriaali	Järjestelmän kunnossapidon, varastoinnin ja kuljetusten edellyttämät laitteet, välineet ja dokumentaatio.
Loppukäyttäjä	Katso käyttäjä.
Olosuhde	Ne ympäristötekijät, jotka vaikuttavat suorituskyvyn käyttöön. Näitä tekijöitä ovat uhka, operaatioalueen ympäristö, liittouman ja muiden kumppanien tuki sekä toiminnan säännöt.
Operaattori	Katso käyttäjäorganisaatio
Resurssi	Tuloksen aikaansaamiseksi käytettävissä oleva panos. Resursseja ovat mm. henkilöstön työ ja osaaminen, rahoitus, materiaalit, tilat, työvälineet ja palvelut.
Reunaehto	Toimintavapautta rajoittava käsky, päätös, ohje tai asiantila.
Riski	Uhka, joka toteutuessaan voi aiheuttaa vahingon.
Sidosryhmä	Projektin tai hankkeen organisaatioon, toimintaan tai tuotteeseen välittömästi (asiakas, projektihenkilöstön linjaorganisaatiot, toimittajat ja alihankkijat jne.) tai välillisesti (yhteiskunta, yleisö jne.) liittyvä taho.
Skenaario	Skenaario on yleensä kuvana ja sitä täydentävänä tekstinä esitetty toimintaympäristön kuvaus, josta käy ilmi millaisissa olosuhteissa suorituskyyä, joukkoa tai järjestelmää käytetään. Skenaarioon voidaan myös kuvata tapahtumaketju, joka auttaa hahmottamaan mistä on kysymys. Skenaarioon sisällytetään tarpeen mukaan suorituskyvyn, joukon tai järjestelmän toimintaan vaikuttavat ympäristöolosuhteet, maantieteelliset piirteet, tukevat ja uhkaavat joukot ja järjestelmät yms. seikat.
Strateginen suunnittelu	Tuottaa perusteet sotilaallisen maanpuolustuksen pitkäjänteiselle kehittämiselle, jonka tavoitteena on valtiojohdon määrittämien tehtävien edellyttämän suorituskyvyn ylläpitäminen ja kehittäminen käyttöön osoitettujen voimavarojen avulla. Strategisen suunnittelun tehtävänä on valmistella perusteita strategiselle päätöksenteolle puolustusvoimissa.
Suorituskyyky	Kyky saavuttaa haluttu vaikuttavuus määritetyissä olosuhteissa.

Toimeksianto	on asiakkaan kirjallinen tahdonilmaisu siitä, mitä, miten ja millaisin reunaehdoin (kehittämishjelmassa, hankkeessa tai projektissa) tulee saada aikaan sekä mikä on asiakkaan rooli tuotteen aikaansaamisessa.
Tukihenkilöstö	Järjestelmän käyttöä tukeva henkilöstö, johon kuuluu esimerkiksi koulutus- ja logistiikkahenkilöstöä.
Uhka	Uhka on mahdollisesti toteutuva vahingollinen tapahtuma. Suorituskyvyn käsitelmässä uhka voi laajimmillaan tarkoittaa taloudellisten, poliittisten ja sotilaallisten uhkatekijöiden muodostamaa kokonaisuutta, joka vaikuttaa suorituskyvyn suunnitteluun ja käyttöön strategisella tasolla. Kapeimmillaan uhka voi tarkoittaa taistelukentällä vallitsevaa uhkaympäristöä, jonka tekijöitä ovat esimerkiksi vihollisen tulenkäyttö sekä tiedustelu ja valvonta.
Vaatus	Ilmaisu, joka kuvaa asiakkaan tahtoa liittyen liiketoiminnan, suorituskyvyn, organisaation ominaisuuksien, tuotteen tai palvelun ominaisuuksiin.
Vaatusienhallinta	Varmistaa, että vaatuset kyetään keräämään kaikilta tarpeellisilta tahoilta sekä hallitsemaan luotettavasti organisaation toimintaprosesseissa. Toimiva vaatusienhallinta mahdollistaa toimintavapauden kullekin toimintovaiheelle ja luo siten edellytykset luovuudelle sekä kustannustehokkaiden ratkaisujen hakemille.
Vaikutavuus	kuvaa haluttua lopputulosta, tavoitetta tai päämäärää.
Validointi	Toimenpide, jolla pyritään selvittämään tuottaako kohteena oleva järjestelmä tavoitellun suorituskyvyn. Validointi tehdään yleensä arvioitua uhkakuvaan vasten.
Verifiointi	Toimenpide, jolla varmistetaan täyttääkö tarkastelun kohteena oleva asia sille asetetut vaatuset. Verifiointi toteutetaan yleensä mittaamalla.
Ympäristö	Ne toimintaympäristön tekijät, jotka eivät muutu oman, vastustajan tai muiden toimijoiden toiminnan seurauksena. Näitä ovat esimerkiksi maasto, rakennettu ympäristö, ilmasto, vuodenaajat sekä valaistus- ja sääolosuhteet.

LIITE 2: SUORITUSKYVYN KYVYKKYYALUEET

1 JOUKKOJEN TUOTTAMINEN

1.1. Joukkorakenteen ylläpito

- 1.1.1. Sotajaotuksen ylläpito
 - 1.1.1.1. Sotajaotuksen muodostaminen
 - 1.1.1.2. Johtosuhteet
- 1.1.2. Elinkaaren hallinta
 - 1.1.2.1. Joukkojen elinkaari
 - 1.1.2.2. Varustamisen peruserätykset
 - 1.1.2.3. Joukkotuotetun joukon suorituskyvyn arviointi sekä SA-joukon suorituskyvyn todentaminen

1.2. Henkilöstövoimavarojen johtaminen

- 1.2.1. Henkilöstö- ja tehtävä rakenne

1.3. Osaaminen

- 1.3.1. Koulutus
 - 1.3.1.1. Palkatun henkilöstön koulutus
 - 1.3.1.2. Asevelvollisten koulutus
 - 1.3.1.3. Poikkeusolojen koulutus
- 1.3.2. Harjoitustoiminta
- 1.3.3. Oppimisympäristöt

1.4. Toimintakyky

- 1.4.1. Sosiaalinen toimintakyky
- 1.4.2. Eettinen tuki ml. kirkollinen työ
- 1.4.3. Psykkinen toimintakyky
- 1.4.4. Fyysinen toimintakyky
- 1.4.5. Henkilöturvallisuus

1.5. Saatavuus ja sitouttaminen

- 1.5.1. Rekrytointi, henkilöstösi joittaminen ja palvelukseen määrääminen
- 1.5.2. Palvelusuhdeasiat
- 1.5.3. Palkitseminen ja motivointi

2 TOIMINTAYMPÄRISTÖ-TIETOISUUS

2.1. Tiedustelu ja valvonta

- 2.1.1. Suunnittelu ja ohjaus
 - 2.1.1.1. Ensisijaisten TVM-vaatimusten määrittely ja priorisointi

- 2.1.1.2. Tiedonkeruusuunnitelman laatiminen
- 2.1.1.3. Tiedon keräämisen, analysoinnin ja tiedon hyödyntämisen, jakamisen ja resurssoinnin käskeminen ja valvonta
- 2.1.1.4. Vaatimusten, toiminnan ja tulosten arviointi
- 2.1.2. Tiedon kerääminen
 - 2.1.2.1. Signaalitiedustelu
 - 2.1.2.1.1. Kuuntelutiedustelu
 - 2.1.2.1.2. Mittaustiedustelu
 - 2.1.2.1.3. Teknillinen tiedustelu
 - 2.1.2.1.3. Tietoverkkotiedustelu
 - 2.1.2.1.4. Kuvaustiedustelu
 - 2.1.2.1.4.1. Elektro-optinen kuvaus
 - 2.1.2.1.4.1.1. Pankromaattinen kuvaus
 - 2.1.2.1.4.1.2. Infrapunakuvaus
 - 2.1.2.1.4.1.3. Ultraviolettikuvaus
 - 2.1.2.1.4.1.4. Monikanava- ja hyperspektrikuvaus
 - 2.1.2.1.4.1.5. Laserkeilaus
 - 2.1.2.1.4.2. Tutkakuvaukset
 - 2.1.2.1.5. Piirre- ja tunnistetiedustelu
 - 2.1.2.1.5.1. Kohteiden sähkömagneettisten ominaisuuksien mittaus
 - 2.1.2.1.5.2. Tutkalaitteiden tunnistetiedustelu
 - 2.1.2.1.5.3. Geofyysiset tunnuspiirteet
 - 2.1.2.1.5.4. Radiotaajuiset tunnuspiirteet
 - 2.1.2.1.5.5. Kemiallisten ja biologisten materiaalien tunnistetiedustelu
 - 2.1.2.1.5.6. Ydinsäteilyn tunnistetiedustelu
 - 2.1.2.2. Henkilötiedustelu
 - 2.1.2.2.1. Lähdeoperaatiot
 - 2.1.2.2.2. Tukiopeeraatiot
 - 2.1.2.2.3. Perusopeeraatiot
 - 2.1.2.2.4. Kohdetiedustelu
 - 2.1.2.2.5. Biometriset tiedot
 - 2.1.2.2.6. Dokumenttien ja mediatietojen hyödyntäminen
 - 2.1.2.2.7. Avoimien lähteiden käyttö
 - 2.1.2.2.8. Kenttätiedustelu
 - 2.1.2.2.9. Valvonta

- 2.1.2.8.1. Aktiivinen valvonta
- 2.1.2.8.2. Passiivinen valvonta
- 2.1.3. Tiedon arvottaminen
- 2.1.3.1. Raakatiedon prosessointi
- 2.1.3.2. Kohteen/maalin luokittelu
- 2.1.4. Analyysi ja tiedon tuotteistaminen
- 2.1.4.1. Tiedusteluanalyysi
- 2.1.4.2. Tulosten arviointi ja tulkinta
- 2.1.4.3. Tuotteistaminen
- 2.1.5. Tiedon jakaminen
- 2.1.5.1. Reaaliaikainen tiedonsiirto
- 2.1.5.2. Käyttöoikeuksien hallinta

2.2. Paikka- ja olosuhdetiedustelu

- 2.2.1. Kerääminen
- 2.2.1.1. Maasto- ja infrastruktuuritiedon kokoaminen
- 2.2.1.2. Valtameriin liittyvän paikka- ja olosuhdetiedon kokoaminen
- 2.2.1.3. Sisämeriin liittyvän paikka- ja olosuhdetiedon kokoaminen
- 2.2.1.4. Merenpohjakartoitus
- 2.2.1.5. Syvyystietojen mittaukset
- 2.2.1.6. Tähtitieteellisten havaintojen kerääminen
- 2.2.1.7. Ilmakehämittaukset ja säätiedot
- 2.2.1.8. Avaruussäähän liittyvän tiedon kokoaminen
- 2.2.1.9. Kulttuurimaantieteisiin liittyvä tiedonhankinta
- 2.2.2. Analysointi
- 2.2.2.1. Maasto- ja infrastruktuuri-analyysit
- 2.2.2.2. Merialueen paikka- ja olosuhdetiedon analysointi
- 2.2.2.3. Hydrografisten tietojen analysointi
- 2.2.2.4. Merenpohjatietojen analysointi
- 2.2.2.5. Ilmakehätietojen analysointi
- 2.2.2.6. Avaruussään analysointi
- 2.2.2.7. Kulttuurimaantieteen analysointi
- 2.2.3. Ennusteet
- 2.2.3.1. Maa-alueeseen liittyvän paikka- ja olosuhdetiedon ennusteet
- 2.2.3.2. Merialueeseen liittyvän paikka- ja olosuhdetiedon ennusteet

- 2.2.3.3. Ilmakehätietojen ennusteet
- 2.2.3.4. Avaruussään ennusteet
- 2.2.3.5. Kulttuurimaantieteelliset ennusteet
- 2.2.4. Hyödyntäminen
- 2.2.4.1. Ympäristövaikutusten määrittäminen
- 2.2.4.2. Ympäristövaikutusten arviointi
- 2.2.4.3. Ympäristövaikutusten johtopäätökset
- 2.3. Vastatiedustelu

3 VAIKUTTAMINEN

3.1. Liike

- 3.1.1. Taisteluliike
- 3.1.1.1. Ilmassa
- 3.1.1.2. Avaruudessa
- 3.1.1.3. Maalla
- 3.1.1.4. Merellä
- 3.1.1.5. Maan pinnan alla
- 3.1.1.6. Veden pinnan alla
- 3.1.1.7. Informaatioympäristössä
- 3.1.2. Siirtyminen
- 3.1.2.1. Ilmassa
- 3.1.2.2. Avaruudessa
- 3.1.2.3. Maalla
- 3.1.2.4. Merellä
- 3.1.2.5. Maan pinnan alla
- 3.1.2.6. Veden pinnan alla
- 3.1.2.7. Informaatioympäristössä
- 3.1.3. Voimannäyttö
- 3.1.3.1. Ilmassa
- 3.1.3.2. Avaruudessa
- 3.1.3.3. Maalla
- 3.1.3.4. Merellä
- 3.1.3.5. Maan pinnan alla
- 3.1.3.6. Veden pinnan alla
- 3.1.3.7. Informaatioympäristössä
- 3.1.4. Alueiden varmistaminen ja vastustajan liikkeen estäminen
- 3.1.4.1. Ilmassa
- 3.1.4.2. Avaruudessa
- 3.1.4.3. Maalla
- 3.1.4.4. Merellä
- 3.1.4.5. Maan pinnan alla
- 3.1.4.6. Veden pinnan alla

3.1.4.7. Informaatioympäristössä

3.1.5. Liikkeen edistäminen

3.1.5.1. Ilmassa

3.1.5.2. Avaruudessa

3.1.5.3. Maalla

3.1.5.4. Merellä

3.1.5.5. Maan pinnan alla

3.1.5.6. Veden pinnan alla

3.1.5.7. Informaatioympäristössä

3.2. Voimankäyttö

3.2.1. Strateginen voimankäyttö

3.2.1.1. Kineettisesti

3.2.1.1.1. Kiinteään kohteeseen

3.2.1.1.2. Paikallaan olevaan kohteeseen

3.2.1.1.3. Liikkuvaan kohteeseen

3.2.1.2. Ei-kineettisesti

3.2.1.2.1. Kiinteään kohteeseen

3.2.1.2.2. Paikallaan olevaan kohteeseen

3.2.1.2.3. Liikkuvaan kohteeseen

3.2.2. Operatiivinen voimankäyttö

3.2.2.1. Kineettisesti

3.2.2.1.1. Kiinteään kohteeseen

3.2.2.1.2. Paikallaan olevaan kohteeseen

3.2.2.1.3. Liikkuvaan kohteeseen

3.2.2.2. Ei-kineettisesti

3.2.2.2.1. Kiinteään kohteeseen

3.2.2.2.2. Paikallaan olevaan kohteeseen

3.2.2.2.3. Liikkuvaan kohteeseen

3.2.3. Taktinen voimankäyttö

3.2.3.1. Kineettisesti

3.2.3.1.1. Kiinteään kohteeseen

3.2.3.1.2. Paikallaan olevaan kohteeseen

3.2.3.1.3. Liikkuvaan kohteeseen

3.2.3.2. Ei-kineettisesti

3.2.3.2.1. Kiinteään kohteeseen

3.2.3.2.2. Paikallaan olevaan kohteeseen

3.2.3.2.3. Liikkuvaan kohteeseen

3.2.4. Taistelutekninen voimankäyttö

3.2.4.1. Kineettisesti

3.2.4.1.1. Kiinteään kohteeseen

3.2.4.1.2. Paikallaan olevaan kohteeseen

3.2.4.1.3. Liikkuvaan kohteeseen

3.2.4.2. Ei-kineettisesti

3.2.4.2.1. Kiinteään kohteeseen

3.2.4.2.2. Paikallaan olevaan kohteeseen

3.2.4.2.3. Liikkuvaan kohteeseen

4 LOGISTIikka

4.1. Kuljetukset

4.1.1. Joukkojen keskityskuljetukset

4.1.1.1. Strategiset kuljetukset

4.1.1.2. Operatiiviset kuljetukset

4.1.2. Joukkojen toimintaa ylläpitävät kuljetukset

4.1.2.1. Materiaalikuljetukset

4.1.2.2. Henkilöstökuljetukset

4.2. Täydennykset

4.2.1. Materiaalin hankinta

4.2.2. Materiaalin varastointi

4.2.3. Materiaalin jakelu

4.2.4. Materiaalin evakuointi ja käytöstä poisto

4.2.5. Materiaalin tuottaminen

4.2.6. Kulutuksen seuranta

4.2.7. Poistot ja hylkäykset

4.3. Kunnossapito

4.3.1. Tarkastustoiminta

4.3.2. Testaaminen

4.3.3. Materiaalin huoltaminen

4.3.4. Korjaaminen

4.3.5. Materiaalin modifiointi

4.3.6. Elinjakson ylläpito

4.3.7. Materiaalin kierrätys

4.3.8. Laitteiden osien hyödyntäminen varaosina (kannibalisointi)

4.4. Huoltopalvelut

4.4.1. Ruokahuolto

4.4.1.1. Kenttä- ja alusmuonitus

4.4.1.2. Varuskuntamuonitus

4.4.1.3. Suurkeittiömuonitus

4.4.1.4. Elintarviketurvallisuus

4.4.2. Vesihuolto

4.4.2.1. Talousveden hankinta

4.4.2.2. Veden puhdistaminen

4.4.2.3. Veden kuljettaminen ja säilyttäminen

4.4.2.4. Vesiturvallisuus

4.4.3. Kenttähygieniat

4.4.3.1. Henkilökohtainen hygienia

4.4.3.2. Majoitushygienia

4.4.3.3. Jätehuolto

4.4.4. Sotilaskoti- ja kanttiinitoiminta

- 4.4.4.1. Sotilaskotitoiminta
- 4.4.4.2. Kanttiinitoiminta
- 4.4.5. Vaatetushuolto
- 4.4.5.1. Vaatetusmateriaalin jako
- 4.4.5.2. Vaatetusmateriaalin vaihto
- 4.4.5.3. Vaatetusmateriaalin huolto
- 4.4.6. Kenttämajoitus
- 4.4.7. Kaatuneiden huolto
- 4.4.7.1. Huostaanotto ja hallinta
- 4.4.7.2. Evakuointi
- 4.4.7.3. Kenttähautaaminen
- 4.4.8. Kenttäposti
- 4.4.8.1. Postin vastaanottaminen ja jakaminen
- 4.4.8.2. Postin lähettäminen
- 4.4.8.3. Postilähetyksien säilyttäminen
- 4.4.9 Tilahallinta
- 4.4.9.1 Kiinteistöjen elinjaksonhallinta
- 4.4.9.2 Tilahallinnan palvelut
- 4.4.9.3 Fyysinen turvallisuus
- 4.4.9.4 Tilaturvallisuus
- 4.4.9.5 Rakennusten ja tilojen hallinta
- 4.4.9.6 Harjoitusalueiden hallinta
- 4.5. Lääkintähuolto**
- 4.5.1. Terveystenhoito
- 4.5.2. Ensiapu ja ensihoito
- 4.5.3. Sairaanhoidto
- 4.5.4. Sairaankuljetus (ml MEDEVAC)
- 4.5.5. Lääkintämateriaalilogistiikka (sis. lääkkeitä ja verituotteita)
- 4.5.6. Ympäristöterveydenhuolto (sis. eläinlääkintä)
- 4.6. Rakentaminen**
- 4.6.1. TukeutumISRakentaminen
- 4.6.2. Liikenneyhteyksien varmistaminen
- 4.6.3. Infrastruktuurin suoja
- 4.7. Huoltovarmuus
- 4.7.1. Tuotannon valmistelut
- 4.7.2. Tuotannon käynnistäminen

5 JOHTAMINEN

5.1. Organisointi

- 5.1.1. Yhteistoimintaperiaatteiden muodostaminen

- 5.1.1.1. Yhteistoimintasuhteiden muodostaminen
- 5.1.1.2. Yhteistoiminnan koordinointi
- 5.1.2. Taistelijaotuksen muodostaminen
- 5.1.2.1. Johtosuhteiden määrittäminen
- 5.1.2.2. Suorituskykyjen arviointi
- 5.1.2.3. Toimivallan ja vastuun määrittäminen
- 5.1.2.4. Suorituskykyjen integrointi
- 5.1.2.5. Komentajan vaatimuksien määrittäminen
- 5.1.3. Organisaatioiden yhteistoiminta
- 5.1.3.1. Yhteistoimintaperiaatteet
- 5.1.3.2. Yhteistoiminnan menettelytavat
- 5.2. Tilanneymmärryksen muodostaminen**
- 5.2.1. Tiedon käsittely
- 5.2.1.1. Datan kerääminen
- 5.2.1.2. Informaation muokkaus
- 5.2.1.3. Informaation jakaminen
- 5.2.2. Tilannetietoisuuden muodostaminen
- 5.2.2.1. Seurannaisvaikutusten ymmärtäminen
- 5.2.2.2. Informaation analysointi
- 5.2.2.3. Tietorakenteen muodostaminen
- 5.2.3. Tilannetietoisuuden jakaminen
- 5.2.3.1. Osallistujien määrittely
- 5.2.3.2. Yhteisymmärryksen muodostaminen
- 5.2.3.3. Yhteisen näkemyksen jakaminen

5.3. Suunnittelu

- 5.3.1. Analysointi
- 5.3.1.1. Tilanneanalyysi
- 5.3.1.2. Suunnitteluperusteiden dokumentointi
- 5.3.2. Tilannetietoisuuden hyödyntäminen
- 5.3.2.1. Toimintaympäristön arviointi
- 5.3.2.2. Heikkouksien määrittäminen
- 5.3.2.3. Mahdollisuuksien määrittäminen
- 5.3.3. Toiminta-ajatuksen laatiminen
- 5.3.3.1. Loppuasetelman määrittäminen
- 5.3.3.2. Olettamuksien määrittäminen
- 5.3.3.3. Tavoitteiden määrittäminen

- 5.3.4. Toimintavaihtoehtojen muodostaminen
- 5.3.4.1. Käytössä olevien suorituskykyjen arviointi
- 5.3.4.2. Tavoitteiden ymmärtäminen
- 5.3.4.3. Vaihtoehtojen kehittäminen
- 5.3.5. Vaihtoehtojen analysointi
- 5.3.5.1. Valintakriteerien asettaminen
- 5.3.5.2. Vaihtoehtojen vertailu
- 5.4. Päätöksenteko**
- 5.4.1. Riskien hallinta
- 5.4.2. Hyväksyminen
- 5.4.2.1. Toimintavaihtoehdon valinta
- 5.4.2.2. Suunnitelman valinta
- 5.4.3. Sääntöjen määrittäminen
- 5.4.4. Komentajan tahdon ja linjauksien määrittely
- 5.4.5. Tilannejohtaminen
- 5.5. Toimeenpano**
- 5.5.1. Ohjaus
- 5.5.1.1. Arvioiden julkaiseminen
- 5.5.1.2. Tärkeysjärjestysten julkaiseminen
- 5.5.1.3. Määräysten antaminen
- 5.5.1.4. Toiminta-ajatuksen laadinta
- 5.5.1.5. Varoitusten antaminen
- 5.5.1.6. Hälytysten antaminen
- 5.5.2. Tehtävänanto
- 5.5.2.1. Synkronointi
- 5.5.2.2. Suunnitelmien julkaiseminen
- 5.5.2.3. Käskyjen antaminen
- 5.5.3. Arviointikriteerien määrittäminen
- 5.5.3.1. Tuloksellisuuden kriteerien määrittäminen
- 5.5.3.2. Tehokkuuden kriteerien määrittäminen
- 5.6. Arviointi**
- 5.6.1. Suorituskyvyn käytön arviointi
- 5.6.1.1. Joukkojen käytön arviointi
- 5.6.1.2. Joukkojen toiminnan arviointi
- 5.6.2. Vaikuttavuuden arviointi
- 5.6.3. Tavoitteiden saavuttamisen arviointi
- 5.6.4. Annettujen määräysten arviointi

6 VERKOSTOTOIMINTA

6.1. Tietoliikenne

- 6.1.1. Tiedonsiirto johtimissa ja kaapeleissa
- 6.1.1.1. Paikallinen tiedonsiirto
- 6.1.1.2. Alueellinen ja valtakunnallinen tiedonsiirto
- 6.1.2. Langaton tiedonsiirto
- 6.1.2.1. Tiedonsiirto radiohorisonttiin asti
- 6.1.2.2. Tiedonsiirto radiohorisontin taakse
- 6.1.3. Datavälitys
- 6.1.3.1. Reititys ja kytkentä
- 6.1.3.2. Yhdysväylät

6.2. Tieto- ja tietojärjestelmäpalvelut

- 6.2.1. Tiedon (Informaatio ja data) jakaminen/tiedonkäsittely
- 6.2.1.1. Tiedon (Informaatio) jakaminen
- 6.2.1.2. Tietojenkäsittely ja tietojenkäsittelyn infrastruktuuri
- 6.2.1.2.1. Yhteiskäyttöinen tietojenkäsittelyn infrastruktuuri
- 6.2.1.2.2. Hajautettu tietojenkäsittely
- 6.2.2. Runkopalvelut, tietotekniset runkopalvelut
- 6.2.2.1. Käyttäjän liittymäpalvelut
- 6.2.2.2. Kollaboraatiopalvelut (yhteistyöpalvelut)
- 6.2.2.3. Tietosisällön löytämisen palvelut
- 6.2.2.4. Tietosisällön toimituspalvelut
- 6.2.2.5. Identiteetin hallinta
- 6.2.2.6. Yhteinen sanomanvälitys
- 6.2.2.7. Hakemistopalvelut
- 6.2.3. Paikka-, navigaatio- ja aikapalvelut
- 6.2.3.1. Paikka-, navigaatio- ja aika-referenssitiedon luonti ja jakelu
- 6.2.3.2. Paikka-, navigaatio- ja aika-referenssitiedon käyttö

6.3. Verkonhallinta

- 6.3.1. Optimoidut verkkotoiminnot ja -resurssit
- 6.3.1.1. Verkkoresurssien tilannekuva

- 6.3.1.2. Konfigurointimuutos
- 6.3.2. Skaalautuvat ja modulaariset verkot
- 6.3.3. Sähkömagneettisen spektrin käytön hallinta /Taajuushallinta
- 6.3.3.1. Sähkömagneettisen ympäristön seuranta /Taajuusvalvonta
- 6.3.3.2. Sähkömagneettisen spektrin käytön ohjaus, taajuuksien käytön ohjaus
- 6.3.3.3. Sähkömagneettisen spektrin käytön yhteensovittaminen
- 6.3.4. Kyberavaruuden hallinta

6.4. Tiedon turvaaminen

- 6.4.1. Turvallinen tiedonvälitys
- 6.4.1.1. Pääsynhallinta
- 6.4.1.2. Turvallinen tiedonsiirto
- 6.4.2. Tiedon ja verkkojen suojaaminen
- 6.4.2.1. Tunkeutumisen esto
- 6.4.2.2. palvelunestohyökkäyksiltä suojaautuminen
- 6.4.2.3. Tiedon luottamuksellisuuden ja eheyden varmistaminen
- 6.4.2.4. Haavoittuvuusanalysointi
- 6.4.3. Vastatoimet
- 6.4.3.1. Tapahtumien havaitseminen
- 6.4.3.2. Tapahtumien analysointi
- 6.4.3.3. Tilanteeseen vastaaminen

7 SUOJA

7.1. Vaikutusten estäminen

- 7.1.1. Kineettisten hyökkäysten estäminen
- 7.1.1.1. Ilmassa ja avaruudessa
- 7.1.1.2. Pinnasta
- 7.1.1.3. Pinnan alla
- 7.1.2. Ei-kineettisten hyökkäysten estäminen
- 7.1.2.1. Ilmassa ja avaruudessa
- 7.1.2.2. Pinnassa
- 7.1.2.3. Pinnan alla
- 7.1.2.4. Informaatioympäristössä
- 7.1.2.4.1. Informaatioon
- 7.1.2.4.2. Informaatiojärjestelmiin
- 7.1.2.4.3. Mielipiteeseen

7.2. Vaikutusten vähentäminen

- 7.2.1. Tappavien vaikutusten vähentäminen
- 7.2.1.1. Kemialliset
- 7.2.1.2. Biologiset
- 7.2.1.3. Radiologiset
- 7.2.1.4. Ydinaseet
- 7.2.1.5. Elektromagneettiset pulssit
- 7.2.1.6. Räjähteet
- 7.2.1.7. Projektiilit
- 7.2.1.8. Suunnattu energia
- 7.2.1.9. Ympäristöolosuhteet
- 7.2.2. Ei-tappavien vaikutusten vähentäminen
- 7.2.2.1. Kemialliset
- 7.2.2.2. Biologiset
- 7.2.2.3. Elektromagneettiset pulssit
- 7.2.2.4. Räjähteet
- 7.2.2.5. Projektiilit
- 7.2.2.6. Suunnattu energia
- 7.2.2.7. Sähkömagneettinen spektri
- 7.2.2.8. Informaatio
- 7.2.2.8.1. Informaatioon
- 7.2.2.8.2. Informaatiojärjestelmiin
- 7.2.2.8.3. Mielipiteeseen
- 7.2.2.9. Ympäristöolosuhteet

8 TOIMINNANOHJAUS JA TUKI

8.1. Puolustusjärjestelmän strateginen kehittäminen

- 8.1.1. Strateginen kehittäminen/tavoitela
- 8.1.2. Suorituskykyjen kehittäminen
- 8.1.3. Kokonaisarkkitehtuuri

8.2. Tutkimus- ja kehittämistoiminta

- 8.2.1. Perustutkimus
- 8.2.2. Soveltava tutkimus
- 8.2.3. Teknologiatoiminta
- 8.2.4. Kokeellinen kehittämistoiminta
- 8.2.5. Toiminnan kehittäminen

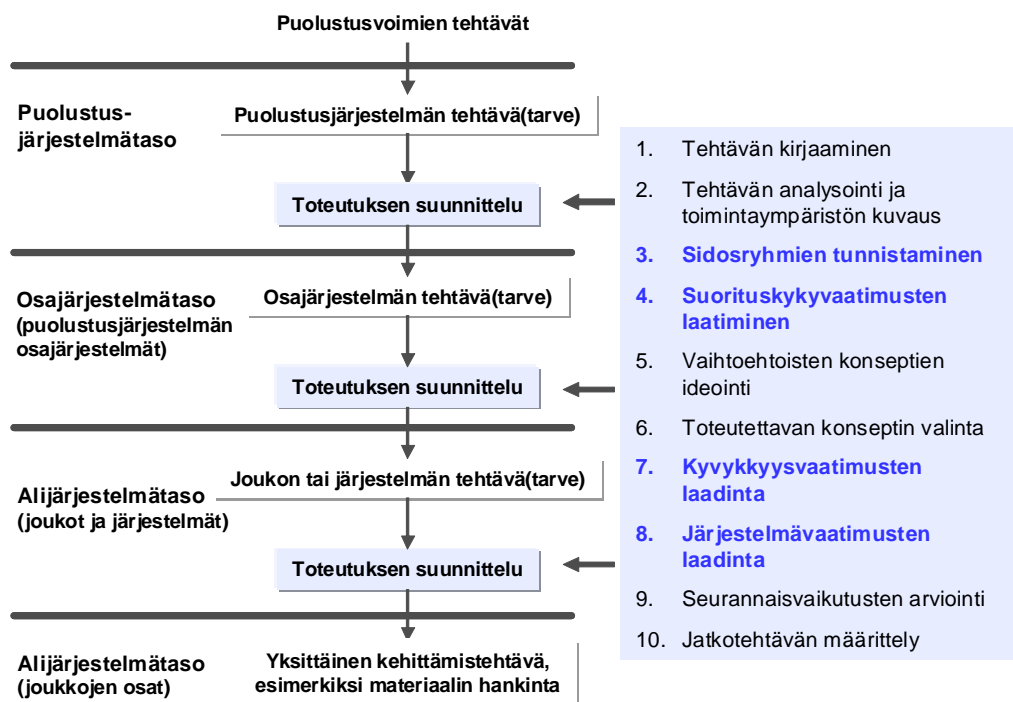
8.3. Kansainvälinen voimavara-yhteistyö

- 8.3.1. Voimavarayhteistyön suunnittelu ja valmistelu

- 8.3.2. Avun antaminen ulkomaisille osapuolelle tai kansainväliselle organisaatiolle
- 8.3.3. Valmistautuminen avun vastaanottamiseen
- 8.3.4. Sotilaallisten suorituskykyjen suunnittelu ja käyttö yhdessä ulkomaisen osapuolen tai kansainvälisen organisaation kanssa
- 8.3.5. Kansainvälisen osallistumisen kehittäminen
- 8.4. Tietohallinto**
- 8.5. Toiminnan sekä resurssien suunnittelu ja seuranta**
 - 8.5.1. Resurssisuunnittelu
 - 8.5.2. Seuranta
- 8.6. Hallinnollinen ohjaus ja valvonta**
 - 8.6.1. Oikeudellinen toiminta
 - 8.6.1.1. Oikeudellinen asiantuntijatuki
 - 8.6.1.2. Säädösvalmisteluun osallistuminen
 - 8.6.1.3. Laillisuusvalvonta
 - 8.6.1.4. Esitutkinta
 - 8.6.2. Sisäinen valvonta ja toiminnan tarkastus
 - 8.6.2.1. Sisäinen valvonta
 - 8.6.2.2. Toiminnan tarkastukset
 - 8.6.3. Määrätyn turvallisuusviranomaisen (DSA) toiminta
 - 8.6.4. Teknillinen tarkastus
 - 8.6.4.1. Turvallisuusjärjestelmän ja -tekniikan vaatimusten hallinta
 - 8.6.4.2. Valvonta, tarkastus ja ratkaiseminen
 - 8.6.4.3. Neuvonta ja opastus
- 8.7. Palvelutuotanto**
 - 8.4.1. Ulkoinen palvelutuotanto
 - 8.4.2. Sisäinen palvelutuotanto
- 8.8. Hankintatoiminta**
 - 8.5.1. Vaatimusten muodostaminen ja hallinta
 - 8.5.1.1. Hankinnan tekninen vaatimushallinta
 - 8.5.1.2. Hankinnan kaupallinen ja juridinen vaatimushallinta
 - 8.5.1.3. Laadunvarmennus, hankinnan GQA-toiminnan hallinta
 - 8.5.1.4. Hankinnan turvallisuusvaatimusten hallinta
 - 8.5.2. Hankintasopimusten hallinta
 - 8.5.3. Hankintasopimusvaatimusten täyttymisen todentaminen
 - 8.5.4. Hankintasopimuksen kohteen vastaanottaminen
- 8.7. Taloushallinto**
 - 8.7.1. Kirjanpito
 - 8.7.2. Maksuliike
- 8.10. Viestintä**
 - 8.10.1. Mediailmapiiri
 - 8.10.2. Tiedottaminen
 - 8.10.3. Mediaoperaatiot
 - 8.10.4. Maineenhallinta

LIITE 3: ESIMERKKI VAATIMUKSISTA SUORITUSKYKY-PROSESSEISSA

Tässä liitteessä kuvataan miten suorituskypsy-, kyvykkyys- ja järjestelmävaatimuksia kootaan ja johdetaan puolustusvoimien suorituskypyn kehittämisprosesseissa. Tarkastelu alkaa puolustusvoimille käsketyistä tehtävistä, etenee osajärjestelmätason kautta yksittäiseen suorituskypsyhankkeeseen ja päättyy hankintaprojektissa kuvattaviin vaatimuksiin. *Esimerkki on täysin kuvitteellinen ja voimakkaasti yksinkertaistettu*, sillä todelliset vaatimukset olisivat huomattavasti laajempia kuin tässä yhteydessä on järkevää esittää. Lisäksi on huomattava, että tämä kirja käsittelee vaatimustenhallintaa, ei suorituskypyn laatimisen prosesseja, kuten puolustusvoimien tavoittilan määrittely, kehittämisohjelmien suunnittelu tai hankkeiden ja hankintojen suunnittelu ja läpivienti. Näitä vaiheita joudutaan tarkastelussa käsittelemään, mutta esitetyssä kuvauksessa käydään läpi vain suoraan vaatimusmäärittelyyn liittyviä seikkoja.



Kuva L3.1: Vaatimusten määrittäminen on osa suorituskypyn suunnittelua ja liittyy saumattomasti suorituskypyn kehittämien prosessiin. Tämä prosessi toistuu samanlaisina - mutta erisisältöisinä - tehtävinä eri puolustusjärjestelmätasoilla.

Vaatimustenhallinta ja suorituskypyn kehittämisprosessi liittyvät toisiinsa kuvassa L3.1 esitetyllä tavalla. Prosessi on itseään toistava, eli iteratiivinen, alkaen koko puo-

lustusjärjestelmää tarkastelevalta tasolta ja päätyen yksittäisiin kehittämisprojekteihin. Tässä vaatimustenhallintaa käsittelevässä oppaassa prosessikuvauksia on yksinkertaistettu, jotta vaatimustenhallinnan kannalta olennaiset asiat saadaan riittävästi esille ja koska prosessit, joilla vaatimuksia määritetään joka tapauksessa elävät omaa elämäänsä. Tässä yksinkertaistetussa prosessissa toistuu joka tasolla kymmenen vaihetta:

1. Tehtävän kirjaaminen
2. Tehtävän analysointi ja toimintaympäristön kuvaus
3. Sidosryhmien tunnistaminen
4. Suorituskypsyvaatimusten laatiminen
5. Vaihtoehtojen konseptien ideointi
6. Toteutettavan konseptin valinta
7. Kypsykypsyvaatimusten laadinta
8. Järjestelmävaatimusten laadinta
9. Seurannaisvaikutusten arviointi
10. Jatkotehtävän määrittely

Näistä suorituskypsy-, kypsykypsy- ja järjestelmävaatimusten laadinta on osa vaatimustenhallintaa. Sidosryhmien tunnistamisen voidaan katsoa kuuluvan sekä vaatimustenhallinnan että projektinhallinnan piiriin. Tehtävän kirjaaminen, analysointi ja siihen liittyvä toimintaympäristön kuvaus, vaihtoehtojen konseptien ideointi ja toteutettavan konseptin valinta ja seurannaisvaikutuksen arviointi ja jatkotehtävien määrittäminen ovat osa suorituskypsyyn elinjaksonhallintaa, joka on kuvattu suorituskypsyyn suunnittelun ja rakentamisen prosesseissa. Tässä kuvattu prosessi on voimakkaasti yksinkertaistettu ja vaatimuksiin keskittyvä. Todellisuudessa prosessi on osin rinnakkainen ja iteroituva. Esimerkiksi kypsykypsyvaatimusten ja konseptin kuvaaminen tapahtuu usein samassa työvaiheessa. Kun jossain vaiheessa huomataan, ettei valittu ratkaisu toimikaan, tai ei ole kustannustehokas tai johda riittävään suorituskypsyyn, palataan aiempaan vaiheeseen ja muutetaan tehtyä ratkaisua.

1. Puolustusjärjestelmätason suunnittelu ja vaatimusmäärittely

1.1 Tehtävän kirjaaminen

Tarkasteltava esimerkki käsittelee puolustusvoimien suorituskypsyä tukea maan taloudellisia ja poliittisia toimintaedellytyksiä turvaamalla kauppamerenkulun yhteydet. Puolustusvoimille käsketty tehtävä on:

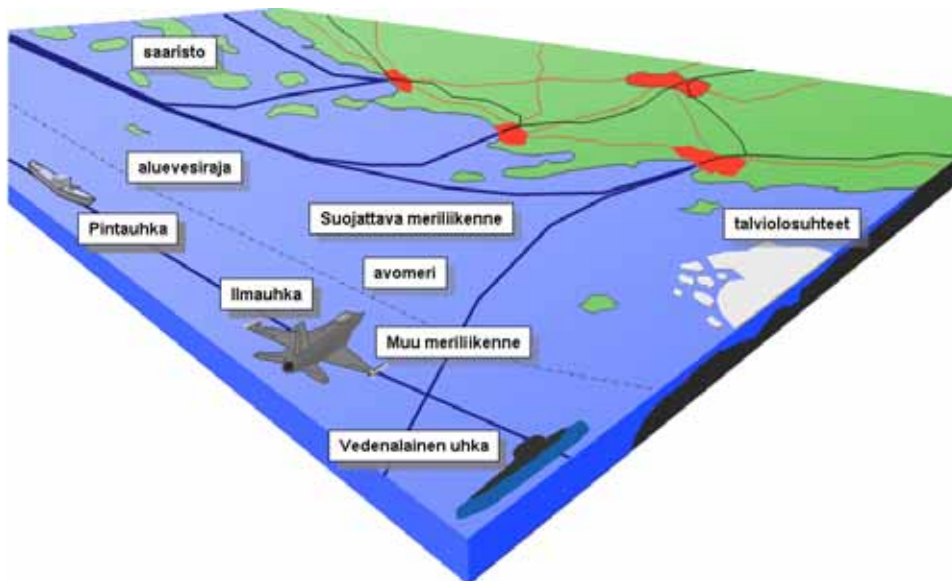
Tehtävätarve: Yhteiskunnan toimintaedellytysten turvaamiseksi puolustusvoimien tulee kyetä suojaamaan kauppamerenkulun yhteydet muuhun Euroopan Yhteisöön.

Tehtävätarpeen perusteella laaditaan konkreettinen suorituskypsyvaatimus kehitettävälle puolustusvoimien suorituskypsyylle. On syytä huomata, että tässä vaiheessa on kyse puolustusvoimien yhteisestä vaatimuksesta eikä vielä tiedetä minkä puolustushaaran tai

aselajin vastuulle suorituskyvyn luominen ja operointi annetaan. Todennäköisesti tämän kaltaisen suorituskyvyn luomiseen tarvitaan usean puolustushaaran, toimialan ja aselajin yhteistyötä.

1.2 Tehtävän analysointi

Tehtävän analysointi on helpointa aloittaa hahmottelemalla millaisessa *toimintaympäristössä* tehtävä tulee suorittaa ja millaisia *toimijoita* siihen liittyy. Suorituskykyvaatimus liittyy aina johonkin *skenaarioon*, eli käyttöolosuhteeseen tai tilanteeseen, jossa suorituskykyä aiotaan käyttää. Skenaario on yleensä hyvä piirtää kuvaksi, jota täydennetään selittävillä teksteillä. Tässä esimerkissä tehtävän ymmärtämisen kannalta olennaisia asioita ovat esimerkiksi laivaväylät, joita pitkin suojattava meriliikenne kulkee, sekä ne väylät, joita pitkin kulkee se osa muusta kauppamerenkulusta, jota suorituskyky ei saane häiritä. Lisäksi skenaarioon vaikuttavat sää- ja valaistusolosuhteet, joista merkittävimmät lienevät meren jäätyminen ja liikenteen kanavoituminen talvisin auki pidettävillä väylillä, pimeä ja äärimmäiset tuuli- ja aallokko-olosuhteet. Lisäksi on huomioitava, että toimintaympäristössä on mahdollisesti suojaa tarjoava saaristo sekä valtakunnan raja, jonka eri puolilla vallitsevat erilaiset toimintasäännöt. Kansainvälisellä merialueella ei voida toimia samoin kuin aluevesirajan sisäpuolella. Nämä ja todellisuudessa monet muutkin seikat vaikuttavat merkittävästi siihen, millaista suorituskykyä oikeasti tarvitaan käsketyn tehtävän täyttämiseksi.



Kuva L3.2: Skenaariopiirroksen avulla on helppo hahmottaa itselle ja viestiä muille millaisesta suorituskyvystä on kyse.

Skenaario on hyvä laatia peitepiirroksena karttapohjan päälle tai muutoin kuvana, jota täydennetään tekstiselvennyksin.

Tehtävää analysoimalla voidaan löytää erilaisia toteutusmahdollisuuksia, seurannaisvaatimuksia ja toteutuksen reunaehtoja. Voidaan todeta että tavoiteltava suorituskyky on puolustusvoimien yhteinen ja sen rakentaminen voi edellyttää kaikkien puolustushaarojen suorituskykyjen kehittämistä. Toisaalta suorituskyvyn kehittämisessä voidaan hyödyntää kaikkien puolustushaarojen joukkoja ja järjestelmiä. Voi olla jopa mahdollista, että suorituskyvyn luomiseksi tarvittavat joukot ja järjestelmät ovat jo olemassa; ne tarvitsee vain organisoida uudelleen tai ohjeistaa siten, että suorituskyky syntyy.

Tehtävästä huomataan myös, että suojattavat rahtialukset ovat suurikokoisia, joten niitä ei kyetä piilottamaan vastustajan tiedustelulta. Suorituskyvystä ei todennäköisesti saa aiheutua vaaraa muille aluksille eikä se saa rajoittaa muiden maiden merenkulkua, joten uhkan torjuminen esimerkiksi miinoittamalla ei tule kyseeseen. Suorituskyvyllä on kyettävä vaikuttamaan ilmaan ja pintaan sekä pinnan alle, joten mikään yksittäinen järjestelmä ei todennäköisesti tule kyseeseen. Suorituskykyä on voitava käyttää myös jääolosuhteissa sekä pimeässä.

1.3 Sidosryhmien tunnistaminen

Sidosryhmien tunnistamista tulee tehdä jatkuvasti jokaisessa prosessin vaiheessa. Tässä esimerkissä sidosryhmien tunnistamista käsitellään vain tehtävän analysointivaiheen jälkeen. Tunnistetuilta sidosryhmiltä kerätään odotuksia ja reunaehtoja määritettävälle suorituskykyvaatimuksille. Todellisuudessa myös suorituskykyvaatimusten kirjaamisen yhteydessä sekä edelleen toteutuskonseptin ja kyvykkyysvaatimusten määrittelyn yhteydessä tunnistetaan uusia sidosryhmiä.

Esimerkin *suorituskyvyn omistaa* puolustusvoimien operaatiopäällikkö. Suorituskyvyn *omistajaa edustaa* Pääesikunnan operatiivinen osasto, joka myös *rahoittaa* suorituskyvyn kehittämisohjelman. Suorituskykyä *operoi* merellisestä toimintaympäristöstä vastaavana merivoimat, jota *edustaa* merivoimien esikunnan operatiivinen osasto. Suorituskykyä hyödyntävä *asiakas* on kauppamerenkulku, jota edustaa Merenkululaitos. Sen tarpeiden ja mahdollisten suorituskyvyn toteuttamiseen liittyvien reunaehtojen huomioimisella on keskeinen merkitys suorituskyvyn onnistuneelle toteuttamiselle.

Esimerkki suorituskyvyn keskeisistä sidosryhmistä

Suorituskyvyn omistaja	Puolustusvoimien operaatiopäällikkö
Omistajan edustaja	Pääesikunnan operatiivinen osasto, henkilö nimetään
Suorituskyvyn rahoittaja	Pääesikunnan operatiivinen osasto
Suorituskyvyn käyttäjä	Merivoimien esikunnan operatiivinen osasto, henkilö nimetään
Suorituskyvyn asiakas	Merenkululaitos, henkilö nimetään

Muut sidosryhmät, kuten suorituskypyn loppukäyttäjä sekä käytön tukitahot riippuvat valittavasta toteutuskonseptista, joten niitä ei voi tässä vaiheessa tunnistaa.

1.4 Suorituskypsyvaatimusten laatiminen

Suorituskypsyvaatimus on hyvä kirjoittaa pohtimalla mitä vaaditaan tehtävän täyttämiseksi kuvatussa skenaariossa. Suorituskypsyvaatimuksia voidaan kerätä sidosryhmiltä esimerkiksi niiden valmiussuunnitelmista, tekemällä asiantuntijoiden haastatteluita, havainnoimalla toimintaa tai muilla luvussa 3.2 kuvatuilla menetelmillä.

Esimerkkitapauksessa voidaan todeta tehtävän täyttämisen vaativan seuraavanlaisen suorituskypyn:

Esimerkki suorituskypsyvaatimuksesta

Vaikuttavuus kohteeseen	Suorituskypyn on mahdollistettava rahtialusten liikenne.
Oheisvaikutukset	Suorituskypystä ei saa aiheutua vaaraa muille aluksille eikä se saa rajoittaa muiden maiden kauppamerenkulkua
Kohdentaminen alueellisesti	Suorituskypyn on vaikutettava Helsingin länsipuolisella merialueella.
Kohdentaminen ajallisesti	<p>Suorituskypsy tulee kyetä kohdentamaan toimialueelle neljässä vuorokaudessa käskystä.</p> <p>Suorituskypyn tulee olla käytettävissä 24 tuntia vuorokaudessa, 7 päivää viikossa.</p> <p>Suorituskypsyä tulee kyetä ylläpitämään toimialueella neljä kuukautta.</p>
Uhkaolosuhteet	<p>Normaali- ja harmaan vaiheen aikana uhkana on terrorismi tai siihen rinnastettava alusten kaappaus tai räjäytysuhka.</p> <p>Sodan aikana uhkana on vihollisen ilma- ja pinta-alusten sekä sukellusveneiden operointi meriliikennettä vastaan.</p>
Ympäristöolosuhteet	<p>Suorituskypyn tulee olla käytettävissä</p> <ul style="list-style-type: none"> - 95 prosentissa Itämerellä tavattavissa ilmasto-, sää- ja valaistusolosuhteissa. - myös tilanteissa, joissa yhteiskunnan infrastruktuuriin ei voida tukeutua.
Toimintasäännöt	Kohteet tulee tunnistaa ennen vaikutuspäätöksen tekemistä.

Tämä suorituskykyvaatimus on perusta kaikelle myöhemmälle suunnittelulle, määrittelylle ja kehittämiselle. Kaiken toiminnan tulee tähdätä tämän suorituskykyvaatimuksen täyttämiseen ja tämän vaatimuksen täyttämisen kannalta välttämättömät vaatimukset ovat kriittisiä vaatimuksia. On huomattava, että tässä on tunnistettu vain tärkein suorituskykyvaatimus. Tehtävän täyttäminen edellyttää todennäköisesti muidenkin suorituskykyvaatimusten asettamista. Näitä ei kuitenkaan tässä esimerkissä käsitellä. Todellisuudessa suorituskykyyn liittyviä tarkentavia vaatimuksia koottaisiin esimerkiksi puolustusvoimien strategisen suunnittelun tuottamasta puolustusvoimien tavoite-tila-asiakirjasta, kauppamerenkulun kriisiajan valmiussuunnitelmista sekä kriisiajan ulkomaantuonnin ja viennin tarvelaskelmista.

Vaatimukset dokumentoidaan ja niille nimetään omistajat ja muut tiedot:

Yksilöinti	Vaatimuksen tunniste on PV-SKV#134
Omistaja	Puolustusvoimien operaatiopäällikkö
Liittynät	Liittyy suorituskykyvaatimukseen PV-SKV#411 pääkaupunkiseudun suojaaminen
Sisältö	Kuten edellä

1.5 Vaihtoehtoisten konseptien ideointi

Seuraavaksi ryhdytään ideoimaan vaihtoehtoja suorituskyvyn tuottamiseksi. Laivojen suojaaminen voidaan tehdä defensiivisesti saattamalla aluksia ja torjumalla niihin kohdistuva asevaikutus erilaisilla omasuojajärjestelmillä tai offensiivisesti vaikuttamalla uhkaaviin järjestelmiin erilaisilla omilla asejärjestelmillä. Kumpikin vaihtoehto saa aikaan vaaditun suorituskyvyn, mutta niiden edellyttämät kyvykkyydet ovat täysin erilaisia. Defensiivisen vaihtoehdon pääkyvykkyys on suoja. Konsepti perustuu ensisijaisesti kineettisten vaikutusten estämiseen ja toissijaisesti niiden vaikutusten vähentämiseen. Käytännössä toteutus olisi yhdistelmä saattoalusten oma-suojajärjestelmiä ja saatettavien alusten vahventamista ja esimerkiksi palontorjuntajärjestelmien parantamista. Defensiivisen konseptin tärkein tukikyvykkyys on kyky saattaa aluksia, eli taisteluliike merellä. Offensiivisen vaihtoehdon pääkyvykkyys on voimankäyttö, tässä tapauksessa joko kineettinen tai ei-kineettinen voimankäyttö liikkuviin kohteisiin. Kineettinen voimankäyttö tarkoittaa kohteen lamauttamista ampumalla, ei-kineettinen esimerkiksi kohteen toimintakyvyn estämistä elektronisella häirinnällä. Kumpikin vaihtoehto johtaa siihen, ettei hyökkäävä taho kykene vaikuttamaan suojattaviin aluksiin, mikä luo suojan suorituskyvyn.

Eri vaihtoehtoilla on erilaisia kustannusvaikutuksia. Myös niiden kyky tukea muita suorituskykyjä on erilainen. Esimerkiksi offensiivisen vaikuttamisen kykyä voidaan käyttää myös muihin tehtäviin kuin merenkulun suojaamiseen. Toisaalta defensiivisen konseptin mukainen toiminta on mahdollista myös normaaliolosuhteissa, eikä vain sodan aikana.

Defensiivinen vaihtoehto: alusten saattaminen

Pääkyvykyys:

SUOJA: vaikutusten estäminen / kineettisten hyökkäysten estäminen / ilmassa, pinnasta ja pinnan alla.

Tukikyvykyys:

SUOJA: vaikutusten vähentäminen / tappavien vaikutusten vähentäminen / räjähteet (terrorismi) ja projektiilit (sota).

Offensiivinen vaihtoehto: uhkan lamauttaminen

Pääkyvykyys:

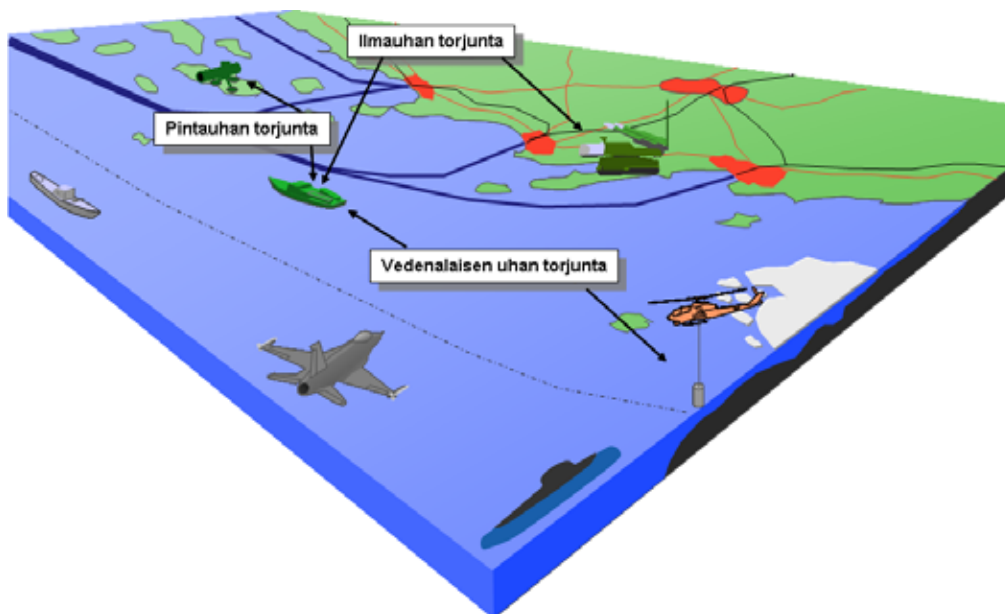
VOIMANKÄYTTÖ: vaikuttaminen / taktinen vaikuttaminen / kineettisesti / liikkuvaan kohteeseen

Tukikyvykyys:

VOIMANKÄYTTÖ: liike / siirtyminen / ilmassa, maalla ja merellä

1.6 Toteutettavan konseptin valinta

Toteutettava konsepti voidaan valita useilla erilaisilla perusteilla, esimerkiksi elin-jaksokustannuksen, saavutettavan suorituskypvyn tai suorituskypvyn monikäyttöisyyden mukaan. Tässä esimerkissä päädytään offensiiviseen konseptiin, jossa ilmauhka torjutaan maalla ja aluksilla toimivalla ilmatorjunnalla, pintaohjuksilla ja vedenalainen uhka alusten sukellusveneentorjuntajärjestelmillä sekä helikoptereista laskettavilla kaikumittaimilla ja ilmasta laukaistavilla torpedoilla. Suorituskypky luodaan siis useamman kuin yhden konseptin avulla.



Kuva L3.3: Puolustusjärjestelmätason suorituskypky syntyy käytännössä aina usean joukon ja järjestelmän yhteistyöllä.

Tässä vaiheessa tehtävätarpeesta on laadittu koko puolustusjärjestelmää koskeva suorituskykyvaatimus, ideoitu vaihtoehtoisia suorituskykykonsepteja ja valittu niistä tarkoituksenmukaisin kokonaisuus. Tämän jälkeen täydennetään puolustusjärjestelmän järjestelmävaatimuksia. Puolustusjärjestelmätason järjestelmävaatimukset tulevat lähinnä puolustusjärjestelmäarkkitehtuurista ja ne ovat tyypillisesti yhteensopivuusvaatimuksia. Esimerkiksi tässä konseptissa voidaan edellyttää yhteisen johtamisen ja tilannekuvan mahdollistamiseksi suorituskyvyn rakentamista NATO-yhteensopivaksi sekä kansallisen että kansainvälisen yhteensopivuuden varmistamiseksi.

1.7 Kyvykkyysvaatimusten laadinta

Kullekin konseptiin suorituskykyä tuottavalle puolustusjärjestelmän osajärjestelmälle määritetään siltä vaaditut kyvykkyudet. Kyvykkyuksien määrittämisessä on syytä käydä kohta kohdalta läpi FinJCA-taulukko (tämän oppaan liitteenä 2) ja pohtia mitkä taulukossa mainitut kyvykkyudet ovat relevantteja tarkasteltavan suorituskyvyn osalta. Puolustusvoimatason suorituskykyyn liittyy käytännössä aina kaikkien puolustusjärjestelmän osajärjestelmien suorituskykyjä.



Kuva L3.4: Kullekin suorituskykyyn liittyvälle puolustusjärjestelmän osajärjestelmälle määritetään siltä vaaditut kyvykkyudet.

Valittu konsepti perustuu kahteen keskeiseen kyvykkyyteen, jotka ovat:

Pääkyvykkyys: VAIKUTTAMINEN / voimankäyttö / taktinen voimankäyttö / kineettisesti / liikkuvaan kohteeseen

Tukikyvykkyys: VAIKUTTAMINEN: liike / siirtyminen / ilmassa, maalla ja merellä

Näiden kahden kyvykkyyden lisäksi suorituskyvykonseptilla on muitakin kyvykkyyksiä, kuten:

Esimerkki kauppamerenkulun suojaamisen kyvykkyyksivaatimuksista

1. Toimintaympäristötietoisuus

Tiedustelu ja valvonta, tiedon kerääminen, kuvaustiedustelu

Vaatus 1.1: Kaikissa sää- ja valaistusolosuhteissa tulee kyetä valvomaan koordinaattipisteiden A, B, C ja D rajaama merialue, ja havaitsemaan siinä pinnassa liikkuvat alukset.

Vaatus 1.2: Kaikissa sää- ja valaistusolosuhteissa tulee kyetä valvomaan koordinaattipisteiden E, F, G ja H rajaama ilmatila ja havaitsemaan siinä liikkuvat ilma-alukset

Vaatus 1.3: Havaitut kohteet tulee kyetä tunnistamaan kymmenen minuutin kuluessa havainnosta.

2. Johtaminen

Taistelujaotuksen muodostaminen

Vaatus 2:1: Suorituskykyelementeistä tulee kyetä muodostamaan operatiivisen tarpeen vaatima kokonaisuus.

Organisaatioiden yhteistoiminta

Vaatus 2.2: Suorituskykyä tulee kyetä käyttämään yhteistoiminnassa puolustusvoimien operatiivisten joukkojen ja paikallisjoukkojen kanssa sekä kansainvälisessä yhteistyössä.

3. Verkostotoiminta

Tiedonsiirto johtimissa

Vaatus 3.1: Suorituskykyä tulee olla mahdollista käyttää elektronisessa hiljaisuudessa..

Langaton tiedonsiirto radiohorisontin taakse

Vaatus 3.2: Suorituskyvyn tulee kyetä muodostamaan itsenäisesti tarvitsemansa yhteydet.

4. Vaikuttaminen

Vaikuttaminen ilmassa

Vaatus 4.1: Suorituskyvyllä tulee kyetä osoittamaan puolustusvoimien kyy alueellisen koskemattomuuden valvontaan ja turvaamiseen merellä.

Vaikuttaminen kineettisesti tai ei-kineettisesti, liikkuvaan kohteeseen

Vaatus 4.2: Suorituskyvyn tulee kyetä lamauttamaan toimintakyvttömäksi viiden aluksen taisteluosasto.

5. Suoja

Vaikutusten vähentäminen, tappavien vaikutusten vähentäminen, projektiilit

Vaatus 5.1: Suorituskyky ei saa lamaautua vastustajan ilmasta maahan ammuttavien ohjusten vaikutuksesta.

Vaikutusten vähentäminen, tappavien vaikutusten vähentäminen, kemialliset

Vaatus 5.2: Suorituskykyä tulee kyetä käyttämään CBRN-uhkan vaikutuksen alaisena.

6. Logistiikka

Vaatus 6.1: Suorituskyvyssä tulee tukeutua Etelä-Suomen Huoltorykmentin kuljetuksiin tasalle XYZ asti.

Vaatus 6.2: Suorituskyvyn tulee olla logistisesti omavarainen tasalta XYZ etelään ja länteen.

Nämä kyvykkyysvaatimukset koskevat suorituskykykokonaisuutta. Konseptia tulee täydentää kuvaamalla mikä on minkin osajärjestelmän rooli suorituskyvyn luomisessa, esimerkiksi:

Kyvykkyysvaatus 1.1: Kaikissa sää- ja valaistusolosuhteissa tulee kyetä valvomaan koordinaattipisteiden A, B, C ja D rajaama merialue ja havaitsemaan siinä pinnassa liikkuvat alukset.

Puolustusvoimien **tiedustelu- ja valvontajärjestelmän** tulee kyetä valvomaan koordinaattipisteiden A, B, C ja D rajaama alue ja havaitsemaan, paikantamaan ja tunnistamaan siinä pinnassa liikkuvat alukset sekä tuottamaan asevaikutuksen arvioimiseksi tarvittavat tiedot.

Puolustusvoimien **taistelujärjestelmän** tulee kyetä tukemaan yhteisen tilannekuvan muodostamista koordinaattipisteiden A, B, C ja D rajaamalla alueella.

Kyvykkyysvaatus 1.2: Suorituskyvyn tulee kyetä lamauttamaan toimintakyvyttömäksi viiden aluksen osasto.

Puolustusvoimien **taistelujärjestelmän** tulee kyetä lamauttamaan toimintakyvyttömäksi koordinaattipisteiden A, B, C ja D rajaamalla alueella toimiva viiden aluksen osasto.

On huomattava, että vaikka pääkyvykkyysien tuottamisvastuu kohdentuu jollekin tietylle järjestelmälle, järjestelmillä on myös muita kyvykkyysia. Esimerkiksi vaikka tiedustelu- ja valvontajärjestelmä tuottavat pääosan toimintaympäristötietoisuudesta, myös taistelujärjestelmän sensorit ja ihmiset tuottavat tietoa toimintaympäristöstään. Ja vaikka konseptin vaikuttaminen perustuu taistelujärjestelmän voimankäyttökykyyn, myös tiedustelu- ja valvontajärjestelmällä, johtamisjärjestelmällä ja logistiikkajärjestelmällä on vaikuttamiskyvykkyysia liikkeen ja itsepuolustuksen muodossa. Samoin jokaisella järjestelmällä on suojautumiseen liittyviä kyvykkyysia.

1.8 Järjestelmävaatimusten laatiminen

Puolustusjärjestelmätasolla ei ole monta järjestelmävaatimusta. Puolustusjärjestelmätason vaatimuksista keskeiset tulevat yhteisistä uhkavaatimuksista, kuten elektroniselta sodankäynniltä suojautumisen vaatimuksista, tai yhteisestä puolustusjärjestelmän arkkitehtuurista, kuten puolustusjärjestelmän osajärjestelmien keskinäisen yhteensopivuuden varmistaminen sekä yhteisistä ympäristöolosuhteista, kuten toimintakyky arktisella alueella.

Järjestelmävaatimus 1: Puolustusjärjestelmän tulee olla suojattu vastustajan elektroniselta häirinnältä määräyksen XYZ mukaisesti.

Järjestelmävaatimus 2: Järjestelmien välisen yhteensopivuuden varmistamiseksi ratkaisujen on oltava NATO-yhteensopivia.

Järjestelmävaatimus 3: Puolustusjärjestelmän tulee kyetä toimimaan jääolosuhteissa.

1.9 Seurannaisvaikutusten tunnistaminen

Seuraavaksi määritetään mitä seurannaisvaikutuksia valitulla konseptilla on, eli mitä toimenpiteitä konseptin mukaisen suorituskypsyyn luominen edellyttää. Tehtävässä käytetään usein vakioituja tarkistuslistoja. Yksi tällainen on amerikkalaisten DOTMLPFI-tarkistuslista^c, joka tulee sanoista Doctrine, Organization, Training, Materiel, Leadership, Personnel, Facilities, Interoperability ja information, eli doktriini (vaatimustenhallinnassa käytetään nimitystä käyttöperiaate, koska doktriini on vain ylimmän tason käyttöperiaate), organisaatio, harjoitustoiminta (vaatimustenhallinnassa käytetään nimitystä koulutus, koska harjoitustoiminta on vain yksi kouluttamisen muoto), materiaali, johtajuus, henkilöstö, infrastruktuuri, yhteistoimintakyky ja informaatio. Näihin kategorioihin kuuluvia asioita ovat esimerkiksi:

- **Doktriini (D)** tarkoittaa kaikkia niitä peruseriaatteita kuten lakeja, sääntöjä, määräyksiä, ohjeita ja käyttöperiaatteita, jotka ohjaavat puolustusjärjestelmän käyttöä tavoitteiden saavuttamiseksi.
- **Organisaatio (O)** on kuvaus joukkorakenteesta ja toiminnallisesta rakenteesta. Joukkorakenne kuvaa johtoportaiden, alajohtoportaiden ja joukkojen rakenteen. Toiminnallinen rakenne kuvaa tiettyä toimintaa tai muuta tarkoitusta varten muodostetun, linjaorganisaation hallinnolliset rajat ylittävän rakenteen.
- **Harjoitustoiminta (T)** kattaa yksilöiden ja eritasoisten joukkojen perus- jatko- ja täydennyskoulutuksen, jolla pyritään vastaamaan taisteluteknisen, taktisen,

^c Muita tarkistuslistoja ovat esimerkiksi brittien TEPIDOL (Training, Equipment, Personnel, Infrastructure, Doctrine and concepts, Organisation, Information, Logistics) ja kanadalaisten PRICIE (Personnel, R&D, Infrastructure, Concept development, Equipment). Vaikka sotilaallinen suorituskypsy on kaikkialla samanlainen niiden kehittämisympäristö on erilainen. Tämän vuoksi eri maiden tarkistuslistat ovat erilaisia.

operatiivisen ja strategisten tasojen tehtävävaatimuksiin sekä muihin puolustusjärjestelmän suunnittelun, rakentamisen ja käytön edellyttämiin osaamistarpeisiin.

- **Materiaali (M)** käsittää kaikki puolustusjärjestelmään kuuluvat tai sen käytön edellyttämät laitteet ja välineet sisältäen myös vaihtolaitteet ja varaosat. Materiaali käsittää järjestelmän kunnossapidon, varastoinnin ja kuljetusten edellyttämät laitteet, välineet ja dokumentaation sekä koulutusvälineet, simulaattorit, emulaattorit, maalilaitteet, ampumatarvikkeet, poltto- ja voiteluaineet sekä paristot.
- **Johtajuus (L)**: Johtajuudella tarkoitetaan kykyä johtaa organisaatiota, toimintaa tai yksilöitä sotilaallisen tai muun tavoitteen saavuttamiseksi tai muutoksen aikaansaamiseksi. Johtajakoulutus perustuu jatkuvaan harjoitukseen, kokemukseen, koulutukseen sekä itsensä kehittämiseen. Tavoitteena on jatkuvan oppimisprosessin kautta tuottaa mahdollisimman kyvykkäitä johtajayksilöitä.
- **Henkilöstö (P)** käsittää pätevän henkilöstön saatavuuden ja riittävyyden puolustusjärjestelmän suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön suunnitelluissa ja suunnittelemattomissa tehtävissä normaali- ja poikkeusoloissa.
- **Infrastruktuuri (F)** tarkoittaa puolustusvoimien hallinnassa olevaa tai puolustusjärjestelmän käytön edellyttämää kiinteää omaisuutta tai kiinteistöä, joka koostuu yhdestä tai useammasta seuraavasta tekijästä: rakennus, rakenne, LVIS-järjestelmät, päällystetty tie tai ajorata ja maapohja.
- **Yhteistoimintakyky (I)** on kyky suunnitellun toiminnan yhteiseen toteutukseen. Yhteistoimintakyky rakentuu kommunikointikyvystä, operaatiokyvystä, logistisen tuen antamisen ja vastaanottamisen kyvystä. Kommunikaatiokyky koostuu paitsi kielitaidosta ja kielen ymmärryksestä niin myös viestimenetelmistä ja -välineistä. Operaatiokykyyn katsotaan kuuluvaksi doktriinin ja voimankäytön oikeuksien lisäksi myös mm. taktiikkaa. Logistiseen tuen antamisen kykyyn vaikuttaa osana materiaalin standardointi.
- **Informaatio (i)**: Puolustusjärjestelmän suunnittelun, rakentamisen ja käytön edellyttämät ulkoiset ja sisäiset toiminnan tarvitsemat tiedot.

Tätä tarkistuslistaa hyödyntämällä voidaan todeta, että esimerkin suorituskypsy edellyttäisi puolustusvoimien

- **johtamisjärjestelmältä** yhteistä komentokieltä (P, T), yhteistä käsitystä tilannekuvan sisällöstä, esitystavasta, tarkkuudesta ja muista seikoista (M, i) sekä johtamisjärjestelmien keskinäistä teknistä yhteensopivuutta (M)
- **tiedustelu- ja valvontajärjestelmältä** kykyä tuottaa tilannekuva horisontin takaa sekä maalin osoittamiseksi (havaitseminen, paikantaminen ja tunnistaminen että asevaikutuksen arvioimiseksi (M, T, P)
- **taistelujärjestelmältä** kykyä kauaskantoiseen asevaikutukseen merelle (M, D, T)
- **logistiikkajärjestelmältä** kykyä tukea uusia asejärjestelmiä sekä ulkosaaristossa toimivia joukkoja (L)
- **joukkotuotantajärjestelmältä** kykyä tuottaa uudet joukot ja luoda niiden edellyttämät koulutus- ja harjoitusedellytykset (M, T, L, P, F)

Tässä vaiheessa on puolustusjärjestelmätason suorituskypsy suunnittelun perusteella laadittu suorituskypsyvaatimukset ja ne kontekstiinsa kuvaava skenaario, valittu suorituskypyn toteutuskonsepti ja kuvattu sen edellyttämät kypsykypsyvaatimukset sekä täydennetty puolustusjärjestelmän arkkitehtuuria uudella suorituskypyllä ja tunnistettu arkkitehtuurista järjestelmien yhteensopivuuden edellyttämät keskeisimmät järjestelmävaatimukset. Lisäksi on tunnistettu DOTMLPFI-tarkistuslistan tukemana suorituskypsykonseptin edellyttämät kehittämisskohteet. Tämän koko puolustusjärjestelmää käsittelevän suunnittelutyön jälkeen suunnittelua jatketaan osajärjestelmätasolla.

1.10 Jatkotehtävien määrittely

Tarkistuslistan perusteella havaitaan viisi kehittämisskohdetta: tiedustelu- ja valvontajärjestelmän, johtamisjärjestelmän, taistelujärjestelmän ja logistiikkajärjestelmän kehittäminen. Suorituskypyn kehittämissohjelma voidaan muodostaa usealla eri tavalla.

Vaihtoehto 1: suorituskypyn koottu kehittäminen

Kaupparenkulun suojaamisen kehittämissohjelmassa

Kehitetään

- 1) puolustusvoimien tiedustelu- ja valvontajärjestelmän kypsy tuottaa tilannekuva horisontin takaa sekä maalin osoittamiseksi että asevaikutuksen arvioimiseksi,...
- 2) puolustusvoimien taistelujärjestelmän kypsy vaikuttaa horisontin taakse 200 kilometrin etäisyydelle aluevesirajasta,...
- 3) puolustusvoimien johtamisjärjestelmän kypsy....
- 4) puolustusvoimien logistiikkajärjestelmää kypsy...
- 5) puolustusvoimien joukkotuotantojärjestelmää kypsy...

Näin koottu kehittämissohjelma on tässä nimenomaisesti suorituskypyn kehittämisen ohjelma, johon kuuluu eri osajärjestelmien kehittämistehtäviä. On huomattava, että kehittämissohjelmat voidaan muodostaa myös toimijoittain, esimerkiksi maa-, meri- ja ilmavoimien kehittämissohjelmat. Tällöin niihin kohdistetaan eri suorituskypjen luomisen edellyttämät suorituskypsyvaatimukset ja kehittämistehtävät.

Vaihtoehto 2: osajärjestelmän koottu kehittäminen

TVJ-järjestelmän kehittämissohjelmassa

kehitetään

- 1) Lennokkitiedustelukompanian suorituskypsy
- 2) Elektronisen valvonnan suorituskypsy
- 3) Hydrofonijärjestelmän suorituskypsy

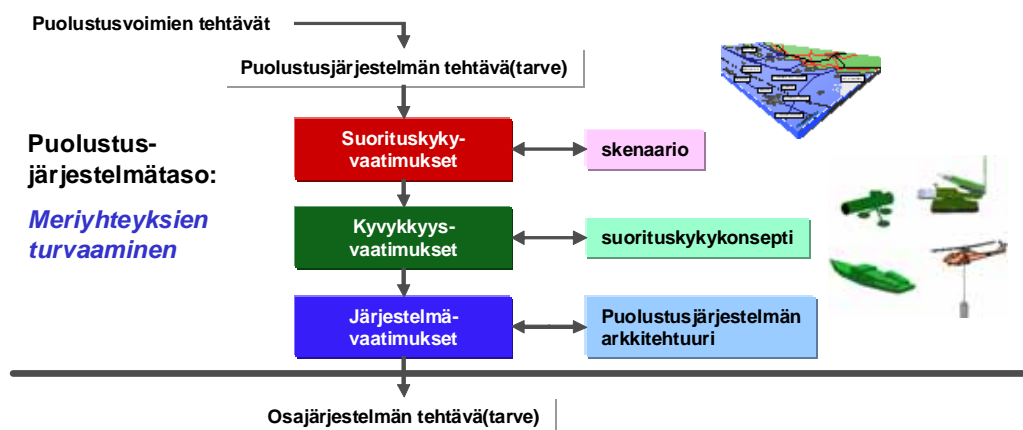
Vaihtoehto 3: Puolustushaaran koottu kehittäminen**Meripuolustuksen kehittämisohjelmassa**

kehitetään

- 4) kauppamerenkulun turvaamisen suorituskykyä
- 5) pääkaupunkiseudun suojaamisen suorituskykyä
- 6) kriisinhallinnan suorituskykyä

Vastaavasti esimerkiksi ilmapuolustuksen ja logistiikan kehittämisohjelmissa kehitetään osaltaan myös esimerkin suorituskykyä. Vaatimustenhallinnan kannalta ei ole olennaista ryhmitelläkö kehittämisohjelmat suorituskykyjen (kauppamerenkulun turvaaminen, pääkaupunkiseudun suojaaminen jne.), suorituskyvyn käyttöalueiden (maa-, meri-, ilma- ja informaatiopuolustus) vai toimijoiden (maa-, meri-, ja ilma-voimat, tiedusteluala jne.) mukaan.

Tässä vaiheessa puolustusjärjestelmätason suunnittelu on saatu valmiiksi. Puolustusjärjestelmälle käsketty tehtävä on analysoitu laaditun skenaarion avulla ja kirjoitettu suorituskykyvaatimukseksi, johon liittyvät tärkeimmät sidosryhmät on tunnistettu. On tuotettu vaihtoehtoisia konsepteja suorituskyvyn luomiseksi ja valittu niistä kokonaisuuden kannalta tarkoituksenmukaisin. Valitulle suorituskykykonseptille on määritetty kyvykkyyksivaatimukset. Puolustusjärjestelmäarkkitehtuuriin on lisätty uusi suorituskyky ja arkkitehtuurista on tunnistettu tärkeimmät suorituskykyyn liittyvät järjestelmävaatimukset. Puolustusjärjestelmätason suunnittelu on tuottanut perusteet osajärjestelmien kehittämisen suunnittelulle.



Kuva L3.5: Puolustusjärjestelmätason vaatimusmäärittelyprosessi tuottaa perusteet osajärjestelmien kehittämiselle.

Korostettakoon vielä kerran, että edellä esitetty esimerkki tarkastelee suorituskyvyn kehittämistä vaatimustenhallinnan kannalta. Todellisuudessa skenaarioiden laadinnan, suorituskykytarpeen ja konseptien kuvaamisen ja analysoimisen prosessit samoin kuin niihin liittyvä päätöksenteko ovat tässä esitettyä monimutkaisempia.

2. Osajärjestelmätason suunnittelu ja vaatimusmäärittely

Esimerkin tapauksessa puolustusvoimatason suorituskykyvaatimuksesta Meriyhteyksien turvaaminen on päädytty suorituskykykonseptiin, josta aiheutuu seurannaisvaatimuksia puolustusvoimien tiedustelu- ja valvontajärjestelmälle sekä taistelujohtamis- ja logistiikkajärjestelmille. Luonnollisesti myös joukkotuotantojärjestelmälle koituu seurannaisvaikutuksia, jotta se tuottaa vaaditun suorituskyvyn. Esimerkkiä tarkennetaan keskittymällä tiedustelu- ja valvontajärjestelmän osuuteen.

Osajärjestelmätasolla toistetaan sama prosessi kuin puolustusjärjestelmätasollakin: kirjataan ja analysoidaan tehtävä, tunnistetaan olennaiset sidosryhmät, määritetään suorituskykyvaatimukset, ideoidaan vaihtoehtoisia konsepteja niiden tuottamiseksi, valitaan soveltuvin konsepti ja laaditaan sille kyvykkyysvaatimukset, täydennetään järjestelmävaatimuksia, arvioidaan seurannaisvaatimukset ja määritetään perusteet suunnittelun jatkamiselle seuraavassa vaiheessa alemmalla hierarkiatasolla.

2.1 Tehtävän kirjaaminen

Osajärjestelmän kehittämistehtävä saadaan kehittämisohjelman tavoitteen kuvauksesta. Tässä esimerkissä se voidaan tiivistää suorituskykyvaatimuksiin:

Puolustusvoimien **tiedustelu- ja valvontajärjestelmän** tulee kyetä valvomaan koordinaattipisteiden A, B, C ja D rajaama alue ja havaitsemaan, paikantamaan ja tunnistamaan siinä pinnassa liikkuvat alukset. Järjestelmän tulee kyetä tuottamaan asevaikutuksen arvioimiseksi tarvittavat tiedot.

Todellisuudessa tiedustelu- ja valvontajärjestelmälle tulisi kyvykkyysvaatimuksia myös muista puolustusvoimien suorituskyvyistä.

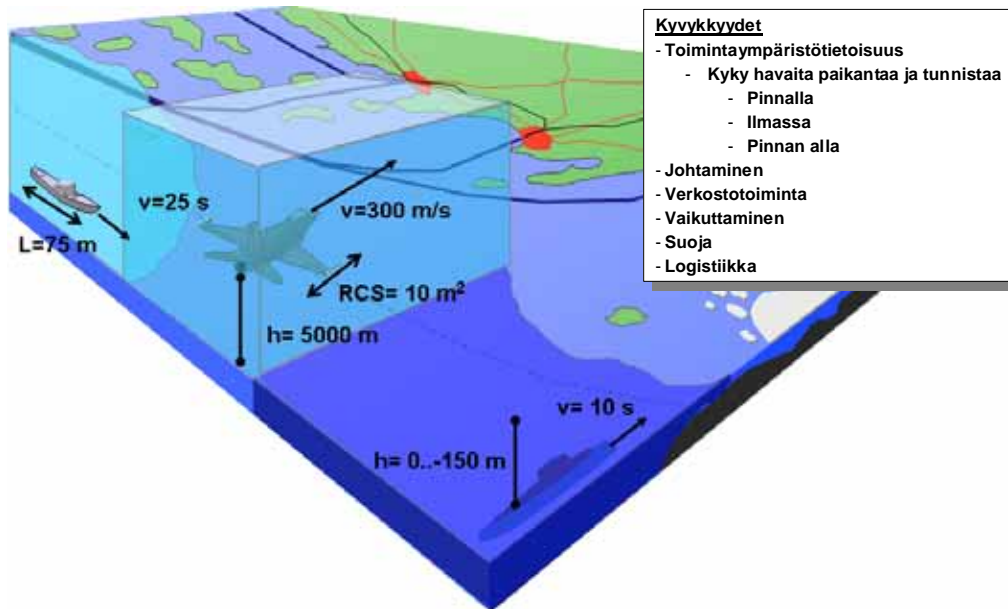
2.2 Tehtävän analysointi

Tehtävän analysoinnissa voidaan todeta tilannekuvan ja vaikuttamisen toimeenpanon vaativan kykyä nähdä kauemmas kuin rannikolta näkee. Suorituskykyvaatimuksesta voidaan tunnistaa kaksi päätehtävää:

1. tiedustelu ja valvontatehtävä
 - 1.1 pintakohteiden etsintä käsketyllä alueella
 - 1.2 havaitun kohteen paikantaminen
 - 1.3 paikannetun kohteen tunnistaminen
 - 1.4 tunnistetun kohteen tietojen lähettäminen taistelujärjestelmän edellyttämällä tarkkuudella
2. maalinosoitustehtävä
 - 2.1 osoitetun maalin seuranta

2.2 maalin paikka- ja liike tietojen lähettäminen

2.3 asevaikutuksen arviointiin tarvittavien tietojen lähettäminen



Kuva L3.6: Skenaariota täydennetään kuvaamalla miltä alueelta ja millaisia maaleja tulee kyetä havaitsemaan.

Toimintaympäristön kuvausta voidaan tarvittaessa tarkentaa täydentämällä edellisessä vaiheessa kuvattua skenaariota ja karsimalla siitä tarkasteltavan aiheen kannalta epäolennaisia osia. Skenaarioon voidaan lisätä esimerkiksi tiedustelu ja valvontajärjestelmään kohdistuvia uhkia, erilaisia maalityyppejä sekä valvottavalla merialueella liikkuvia muita kohteita.

2.3 Sidosryhmien tunnistaminen

Tiedustelu- ja valvontajärjestelmän tehtävänä on havaita pinnassa, ilmassa ja pinnan alla olevia kohteita, joten merellä, rannikolla ja ilmassa toimivat tahot sekä muut alueelta toimintaympäristötietoutta tuottavat tahot ovat luonnollisesti sidosryhmiä. Tällaisia ovat esimerkiksi merenkulku, ilmailuliikenne ja alueella olevat puolustusvoimien joukot sekä muut viranomaiset, kuten merenkululaitos, rajavartiolaitos, poliisi ja tulli. Lisäksi tiedustelu- ja valvontajärjestelmää tukevat logistiikka- ja johtamisjärjestelmät ovat tärkeitä huomioitavia sidosryhmiä.

Sidosryhmiä ovat esimerkiksi:

Suorituskyvyn omistaja

Omistajan edustaja

Puolustusvoimien tiedustelupäällikkö

Pääesikunnan tiedusteluosasto, henkilö nimeään

Suorituskypsyyn rahoittaja	Pääesikunnan operatiivinen osasto
Suorituskypsyyn operaattori	Riippuu valittavasta suorituskypsykonseptista
Suorituskypsyyn asiakas	Pääesikunnan operatiivinen osasto
Muut sidosryhmät	Merenkulkulaitos, rajavartiolaitos,...

On huomattava, että osajärjestelmän suorituskypsyyn sidosryhmät voivat olla eri tahoja kuin koko puolustusjärjestelmän suorituskypsyyn. Esimerkissä puolustusjärjestelmän suorituskypsyyn asiakas on kauppamerenkulku, jota edustaa Merenkulkulaitos, mutta vaikuttamisen suorituskypsyyn asiakas on Pääesikunnan operatiivinen osasto, joka tuottaa kokonaissuorituskypsyyn.

2.4 Suorituskypsyvaatimusten laatiminen

Suorituskypsyvaatimukset tulee kuvata kohteittain, esimerkiksi:

Suorituskypsyvaatimus 1: kyky havaita pinta-alus

Vaikuttavuus kohteeseen	Suorituskypsyllä tulee kyetä havaitsemaan, paikantamaan ja tunnistamaan pinta-alus johtamis- ja taistelujärjestelmien edellyttämällä tarkkuudella ja aikaraameissa.
Oheisvaikutukset	Suorituskypsyllä tulee kyetä kohdentamaan myös maalla sijaitseviin maaleihin Suorituskypsyä ei saa aiheuttaa vaaraa sivullisille.
Kohdentaminen alueellisesti	Suorituskypsy on kyettävä kohdistamaan 200 kilometrin päähän aluevesirajasta etelä- ja lounaisrannikoilla.
Kohdentaminen ajallisesti	Suorituskypsyyn on oltava käytettävissä kaksi tuntia käs-kystä. Aluetta on kyettävä valvomaan 48 tuntia yhtäjaksoisesti..
Uhkaolosuhteet	Suorituskypsyyn on kyettävä toimimaan alusten pint- ja ilmatorjunta-aseiden sekä omasuojajärjestelmien vaikutuspiirissä.
Ympäristöolosuhteet	Suorituskypsyyn tulee olla käytettävissä pimeässä.
Toimintasäännöt	Suorituskypsyyn tulee olla käytettävissä kaikissa valmius-tiloissa.

Suorituskypsyvaatimus 2: kyky havaita, paikantaa ja tunnistaa vedenalainen alus

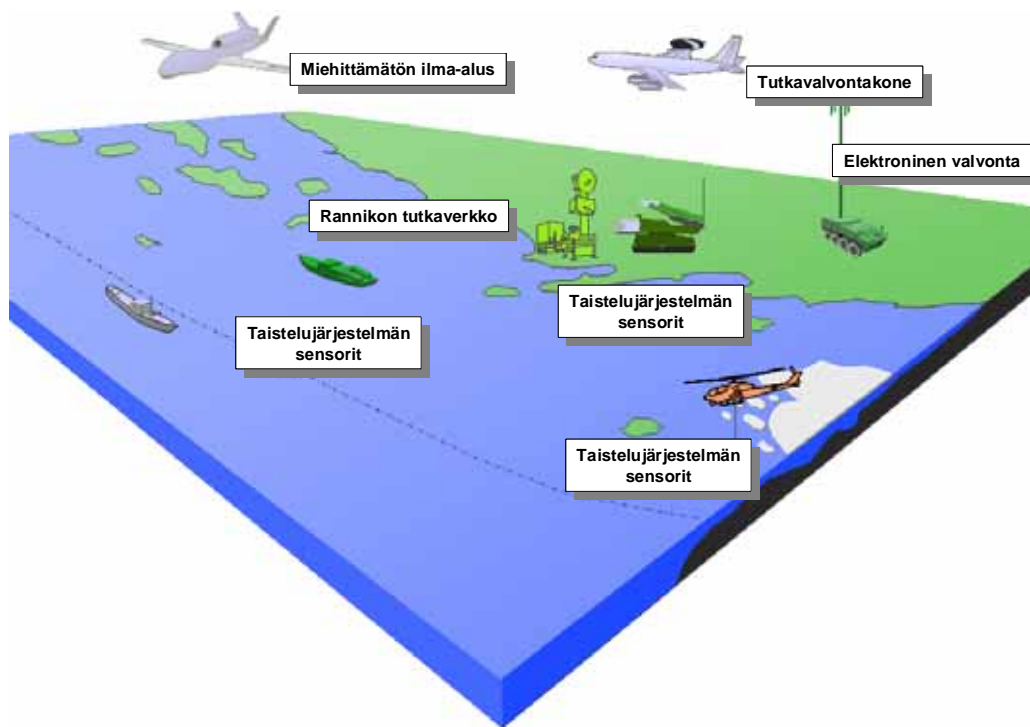
Suorituskypsyvaatimus 3: kyky havaita, paikantaa ja tunnistaa ilma-alus

Esimerkissä rajaudutaan tarkastelemaan suorituskypsyvaatimusta 1, eli kykyä havaita pinta-aluksia.

2.5 Vaihtoehtoisten konseptien ideointi

Vaadittu suorituskypsy voidaan luoda useilla erilaisilla keinoilla, kuten

- 1) ilmasta pintaan: a) miehittämättömällä ilma-aluksella, b) tutkavalvontakoneella, c) taistelujärjestelmän (helikopterit) sensoreilla
- 2) pinnasta pintaan: a) miehittämättömällä aluksella, b) ohjusveneellä tai muulla vastaavalla aluksessa
- 3) maalta pintaan: a) rannikon tutkaverkolla (merivoimien ja merenkulkulaitoksen tutkilla), b) passiivisella elektronisella valvonnalla
- 4) pinnan alta pintaan: hydrofoniverkolla



Kuva L3.7: Vaihtoehtoisia tapoja tuottaa tiedustelu- ja valvontajärjestelmältä vaaditut kyvykkyydet.

Osa mahdollisista keinoista ei ole kovin realistisia skenaarion tai suorituskypyn erityispiirteiden, elinjaksokustannusten, aikatauluvaatimusten tai muiden toteutukseen liittyvien reunaehtojen vuoksi. On kuitenkin hyvä ideoida mahdollisimman monia erilaisia

vaihtoehtoja tuottaa vaadittu suorituskypsy, jotta paras vaihtoehto valitaan mahdollisimman monesta ehdokkaasta eikä vai ensimmäisenä mieleen tulleesta.

2.6 Toteutettavan konseptin valinta

Esimerkissä ideoiduista vaihtoehtoista realistisimpia ovat miehittämätön ilma-alus ja alusten sensorit. Näiden konseptivaihtoehtojen kypsy siirtää vaikutus operaatioalueelta toiselle, kypsy ylläpitää vaikutusta operaatioalueella sekä kypsy toimia erilaisissa olosuhteissa täydentävät toisiaan. Myös konseptien elinjaksokustannukset ovat erilaisia. Tapauskohtaisesti tulee määrittää mitä ominaisuuksia halutaan painottaa. On kuitenkin hyvä rakentaa puolustusvoimatason ja osajärjestelmätason konseptit siten, että suorituskypsy kyettäisiin luomaan vähintään kahden eri konseptin avulla, tässä esimerkiksi miehittämättömillä ilma-aluksilla ja ohjusveneillä. Kuten sanonta kuuluu, kaikkia muna ei kannata pistää samaan koriin.

Esimerkki suorituskypsykonseptista

- 1) Pintamaalien havaitsemisen, paikantamisen ja tunnistamisen konsepti: miehittämättömät ilma-alukset, ohjusveneiden sensorit, hydrofonijärjestelmä ja elektroninen valvonta
- 2) Ilmamaalien havaitsemisen, paikantamisen ja tunnistamisen konsepti: ilma-puolustuksen sensorit, ohjusveneiden sensorit ja elektroninen valvonta
- 3) Pinnanalaisten maalien havaitsemisen, paikantamisen ja tunnistamisen konsepti: helikopteriyksikkö, ohjusveneet ja hydrofonijärjestelmä

Esimerkin konsepteilla on kullakin vahvuuksia ja heikkouksia. Esimerkiksi miehittämätön ilma-alus voidaan kohdentaa operaatioalueelta toiselle hyvin nopeasti, mutta se ei kykene jäämään alueelle kovin pitkäksi aikaa. Sen operatiivinen liikkuvuus on erinomainen, mutta kypsy läsnäoloon heikko. Ilma-aluksen yhtenä merkittävänä etuna on se, että sen horisontti on paljon kauempana kuin maan tai meren pinnalta havainnoitaessa, joten se kykenee valvomaan kerralla suuremman alueen kuin pinnassa toimiva järjestelmä. Toisaalta sillä ei havaita pinnanalaisia kohteita. Ohjusveneen siirrettävyys operaatioalueelle on hitaampi, mutta se kykenee jäämään toimialueelle pitkäksi aikaa. Sen sensoreiden kantama pintaan on lähempänä olevan horisontin vuoksi pienempi, mutta se kykenee havaitsemaan myös ilmassa ja pinnan alla liikkuvia kohteita. Hydrofonijärjestelmä on täysin passiivinen, mutta sitä ei voi siirtää eikä se ulotu kauas avomerelle. Elektroninen tiedustelu on myös passiivinen, joten sillä tehtyä valvontaa ei voi havaita eikä järjestelmää sen johdosta ole kovin helppoa paikantaa ja lamauttaa. Toisaalta elektroninen valvonta edellyttää, että valvottava kohde käyttää tutka- tai kommunikaatiojärjestelmiään. Tarkoituksenmukaisin konsepti tai konseptien yhdistelmä riippuu siitä, millaisia ominaisuuksia suorituskypsy omistaja haluaa painottaa.

Esimerkin tarkastelua jatketaan rajautuen pintamaalien havaitsemiseen miehittämättömän ilma-aluksen avulla.

2.7 Kyvykkyysvaatimusten laadinta

Tarkoituksenmukaisuussyistä tässä esitetään vain muutamia esimerkkikyvykkyksiä ja niille vaatimuksia. Todellisuudessa FinJCA-listasta poimittaisiin muutama kymmenen kyvykkyyttä, joille kuvattaisiin vaatimukset.

Esimerkkejä Tiedustelu- ja valvontajärjestelmän kyvykkyysvaatimuksista

1. Toimintaympäristötietoisuus

Tiedustelu ja valvonta, tiedon kerääminen, kuvaustiedustelu

Vaatus 1.1: Järjestelmän tulee kyetä valvomaan kaikissa sää- ja valaistus-olosuhteissa 200 x 400 kilometrin merialue ja havaitsemaan siinä pinnassa liikkuvat alukset.

Vaatus 1.2: Havaitut kohteet tulee kyetä tunnistamaan kymmenen minuutin kuluessa havainnosta.

2. Johtaminen

Taistelijaotuksen muodostaminen

Vaatus 2.1: Järjestelmän suorituskykyä tulee kyetä alistamaan meripuolustusalueelle.

Organisaatioiden yhteistoiminta

Vaatus 2.3: Taistelujärjestelmän (ohjusyksiköt, ilmatorjuntayksiköt) tuottamaa tilannekuvaa on kyettävä hyödyntämään.

Vaatus 2.2: Paikallisjoukkojen tuottamaa tilannekuvaa on kyettävä hyödyntämään.

3. Verkostotoiminta

Tiedonsiirto johtimissa

Vaatus 3.1: Järjestelmän tulee kyetä liittymään rannikon valokuituverkkoon.

Paikka-, navigaatio- ja aikareferenssitiedon luonti ja jakelu

Vaatus 3.2: Suorituskyvyn tulee olla riippumaton satelliittipaikannusjärjestelmästä.

4. Vaikuttaminen

Siirtyminen maalla

Vaatus 4.1: Suorituskyky tulee kyetä siirtämään uudelle toiminta-alueelle maalla vuorokaudessa 400 km matka.

Siirtyminen ilmassa

Vaatus 4.2: Suorituskyvyn tulee olla siirrettävissä C-130-kalustolla.

5. Suoja

Vaikutusten vähentäminen, tappavien vaikutusten vähentäminen, projektiilit

Vaatus 5.1: Suorituskyvyn tulee olla suojattu ilmasta maahan amuttavien ohjusten sirpalevaikutuksilta.

Vaikutusten vähentäminen, tappavien vaikutusten vähentäminen, kemialliset

Vaatus 5.2: Suorituskyvyn tulee kyetä toimimaan kemiallisten taistelu-aineiden vaikutuspiirissä 12 tuntia.

6. Logistiikka

Kuljetukset, materiaalikuljetukset

Vaatus 6.1: Suorituskyvyn tulee tukeutua puolustusvoimien yhteiseen logistiikkajärjestelmän kuljetuksiin.

2.8 Järjestelmävaatimusten laadinta

Järjestelmävaatimuksissa kuvataan millaisella puolustusvoimien tiedustelu- ja valvontajärjestelmällä halutut koko puolustusvoimien suorituskypsyä tukevat vaaditut kyvykkyydet ovat luotavissa. Seuraavassa esitetään muutamia esimerkkejä siitä, millaisia järjestelmävaatimukset voisivat tässä vaiheessa olla. Todellisuudessa vaatimuksia olisi huomattavan paljon enemmän.

Esimerkkejä järjestelmävaatimuksista

1. Henkilöstö

- Henkilöstön tulee kyetä tunnistamaan (=määrittämään) aluksen tyyppi ja kansallisuus) toimialueella liikkuvat alukset.
- Henkilöstön tulee kyetä viestimään ymmärrettävästi alueella toimivien viranomaisten kanssa (meripelastus, lennonjohto).
- Henkilöstön tulee kyetä viestimään suomen, ruotsin ja englannin kielellä (yhteistoiminta saariston asukkaiden kanssa ja kansainväliset operaatiot).

2. Materiaali

2.1 Toiminnalliset vaatimukset

- Järjestelmän tulee kyetä havaitsemaan toimialueella oleva liikkuva tai paikallaan oleva maali, jonka koko on yli $P=15$ m, $L=4$ m, $K=3$ m.
- Järjestelmän tulee kyetä paikantamaan havaitsemansa kohteet 50 metrin tarkkuudella.
- Järjestelmän tulee kyetä tunnistamaan (tyyppi ja kansallisuus) havaitsemansa kohteet.

2.2 Ympäristövaatimukset

- Järjestelmän tulee kyetä toimimaan seuraavissa sääolosuhteissa...

2.3 Rajapintavaatimukset

- Järjestelmän tulee olla yhteensopiva puolustusvoimien taistelujärjestelmän kanssa.

2.4 Toteutuksen reunaehdot

- Järjestelmän suorituskypsyä tulee voida käyttää myös avoimessa ilmatilassa.

3. Käyttöperiaate

3.1 Operatiivinen käyttö

- Suorituskypyn tulee olla keskitettävissä operaatioalueelle käskystä kahdessa päivässä.
- Suorituskypsyä tulee kyetä ylläpitämään kuuden viikon ajan.

3.2 Taktinen käyttö

- Valvontaan tulee kyetä ympärivuorokautisesti kaikissa sääolosuhteissa.
- Järjestelmän taktisen käytön tulee mahdollistaa toiminnan jatkaminen kahden viikon ajan (tappioiden sieto ja tehtävässä sallittu riskitaso).
- Suorituskypsyä tulee kyetä käyttämään myös meripelastustehtävään.

3.3 Taistelutekninen käyttö

- Järjestelmän tulee kyetä tuottamaan johtamis- ja taistelujärjestelmän tarvitsemat maalitiedot (tarkkuus, luotettavuus, oikea-aikaisuus).

4. Organisaatio

- Suorituskypsy tulee rakentaa modulaarisesti siten, että sitä voidaan laajentaa asteittain perustamalla lisää joukkoja.
- Suorituskypyn tulee kyetä itsenäiseen toimintaan kahden viikon ajan (logistiikka, tilannekuva, suoja).
- Järjestelmän tulee kyetä sietämään 15 % tappiot.

5. Informaatio

- Suorituskypyn tulee olla yhteensopiva ilma- ja merivoimien sekä vaikuttamisen päätöksentekojärjestelmien kanssa (LINK 16, LINK 22, yhteinen sanomavälitysjärjestelmä).
- Järjestelmän tulee kyetä viestimään suomen, ruotsin ja englannin kielellä.
- Järjestelmän tuottaman maalitiedon esitysmuoto, ajantasaisuus, tarkkuus, luotettavuus, saatavuus...

On tärkeätä havaita, että kyvykkyyksivaatimuksella voi olla seurannaisvaikutuksia useaan suorituskypyelementtiin. Toisin sanoen kyvykkyys muodostuu usean järjestelmäosan yhteistyönä. Esimerkiksi yhteistoimintakyky muodostuu ihmisten kyvystä ymmärtää asiat samalla tavoin, kyvystä viestiä yhteisellä kielellä, materiaalin kyvystä välittää puhe- ja dataliikennettä muiden järjestelmien kanssa sekä kyvystä toimia samalla tavoin kuin muut osapuolet. Esitetty vaatimus kyetä yhteistoimintaan tyypillisesti ruotsinkielisen saariston asutuksen ja paikallisjoukkojen sekä englanninkieltä käyttävän lennonjohdon välillä johtaa seurannaisvaatimuksiin henkilöstön

kielitaidolle, johtamisjärjestelmien tekniselle toteutukselle sekä ymmärretyn ja tuotetun informaation muodolle.

2.9 Seurannaisvaikutusten arviointi

DOTMLPFI-tarkastelun avulla tunnistetaan kehitettävät kohteet sekä ne suorituskypsyelementit, jotka ovat jo olemassa. Jotta esimerkki olisi havainnollinen, pintamaalien havaitsemista tarkastellaan seuraavassa koko tiedustelu- ja valvontajärjestelmän kannalta. Tiedustelu- ja valvontajärjestelmän osalta havaitaan seuraavat jatkotoimenpiteet tarpeellisiksi:

Miehittämättömät ilma-alukset; luodaan kokonaan uusi joukko (mitään DOTMLPFI-elementtiä ei ole olemassa).

Ohjusveneet: taktista käyttöperiaatetta (D) ja henkilöstön kielitaitoa on kehitettävä (P), yhteistoimintaa harjoitettava kansallisesti ja kansainvälisesti (T). Nykyinen organisaatio, materiaali ja tukeutumisjärjestelyt soveltuvat sellaisinaan (OMF).

Hydrofonijärjestelmän ulottuvuutta on laajennettava (M).

Elektronisen valvontajärjestelmän käyttöperiaatetta ja ryhmitystä tarkistetaan (D) ja tähän liittyvät tukeutumisjärjestelyt (F) luodaan.

2.10 Jatkotehtävien määrittäminen

Seuraavaksi määritellään miten suunniteltu suorituskypsy luodaan. Puolustusvoimissa suorituskypyn luovasta tehtäväkokonaisuudesta käytetään nimitystä hanke. **Hanke** luo joukon tai järjestelmän, eli käsittää henkilöstön, materiaalin, käyttöperiaatteen, organisaation ja tarvittavan informaation kehittämisen ja hankkimisen. Tässä esimerkissä vain miehittämättömän ilma-aluksen kehittäminen olisi hanke. On makuasia perustettaisiinko joukon vai järjestelmän kehittämishanke, siis esimerkiksi lennokkikomppanian vai lennokkijärjestelmän kehittämishanke.

Hanke luo joukon tai järjestelmän. Se käsittää henkilöstön, materiaalin, käyttöperiaatteen, organisaation ja tarvittavan informaation kehittämisen ja hankkimisen.

Hankkeet muodostava kokonaisuuksia, joita kutsutaan kehittämisohjelmiksi. Toisinpäin ilmaistuna kehittämisohjelmat toimeenpannaan hankkeina. Puolustusvoimien kehittämisohjelma 2013–2024 käsittää seuraavat kehittämisohjelmat:

- Puolustusvoimien johtamisen (PVJO) kehittämisohjelma
- Puolustusvoimien tiedustelun, valvonnan ja maalittamistuen (PVTVM) kehittämisohjelma
- Puolustusvoimien vaikuttamisen (PVVA) kehittämisohjelma

- Puolustusvoimien logistiikan (PVLOG) kehittämisohjelma
- Maapuolustuksen (MAPU) kehittämisohjelma
- Meripuolustuksen (MEPU) kehittämisohjelma
- Ilmapuolustuksen (ILPU) kehittämisohjelma

Näistä tässä esimerkissä tarkastellaan ensisijaisesti PVTVM-kehittämisohjelmaan liittyviä suorituskypsyjä.

Lennoikkyyksikön suorituskypsy- ja kypsykypsyvaatimukset saadaan kohdistamalla sille tiedustelu- ja valvontajärjestelmälle kohdistetuista vaatimuksista ne, joiden toteuttamisesta yksikkö vastaa. Koska *joukkoon kohdistuvat* suorituskypsy-, kypsykypsy- ja järjestelmävaatimukset on jo kuvattu edellä, tässä vaiheessa on laadittava vain *hankkeeseen kohdistuvat* vaatimukset. Hankkeen tehtävänä on luoda suorituskypsykonseptin mukainen suorituskypsy, joka täyttää suorituskypsy-, kypsykypsy- ja järjestelmävaatimukset. Hanke on lisäksi suunniteltava ja toteutettava hankevaatimusten mukaisesti.

Hankkeelle asetettavat vaatimukset tulevat kehittämisohjelmasta sekä puolustusvoimien toiminnan ja resurssien suunnittelusta. Keskeiset *hankevaatimukset* liittyvät aikatauluihin ja resurssien käyttöön. Esimerkiksi:

Esimerkkejä hankevaatimuksista

Aikatauluvaatimukset

- Joukon elinjaksokustannuslaskelman tulee olla valmis ... mennessä
- Hankkeeseen varattujen varojen tulee olla sidottuna ... mennessä.
- Joukon joukkotuotanto tulee voida aloittaa ...
- Sodan ajan joukot tulee olla tuotettuna ... mennessä

Resurssivaatimukset

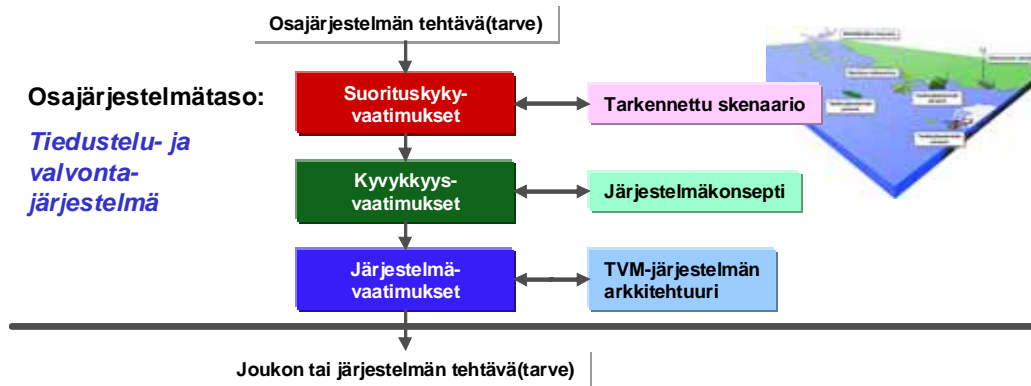
- Hankkeen valmisteluun ja toteuttamiseen on käytettävissä toimintamenoja ... euroa, ... henkeä ja ... henkilötyövuotta.

Toteutuksen reunaehdot

- Joukon elinjaksokustannukset ... vuoden aikana saavat olla ... euroa siten, että tilausvaltuusvaroja on käytettävissä hankevaiheen aikana ... euroa ja toimintamenoja vuosittain ... euroa.
- Hankkeesta ei saa aiheutua välillisiä kustannuksia muille järjestelmille, esimerkiksi modifikaatiotarpeita tai käyttö- ja ylläpitomenojen kasvua.

Joukon tai järjestelmän elinjaksokustannukset voidaan määrittää järjestelmävaatimuksissa tai sisällyttää hankevaatimuksiin, kuten edellä. Olennaista on se, että sekä hankkeen kuluttamat resurssit että hankkeesta aiheutuvat suorat ja välilliset kustannukset tulevat huomioiduksi jossain.

Hankkeen tarkempi suunnittelu ja läpivienti on hyvä antaa tehtäväksi *hanketoimeksi-antona*, jossa kuvataan sekä tekemiseen (hanke) että tekemisen kohteeseen (lennokki-yksikkö) liittyvät vaatimukset.



Kuva 3.8: Osajärjestelmätason suunnittelu, tässä tiedustelu- ja valvontajärjestelmä, saa perusteet puolustusjärjestelmätason suunnittelusta ja tuottaa edelleen perusteet suorituskyvyn luovien joukkojen tai järjestelmien kehittämiseksi.

Tässä vaiheessa on laadittu osajärjestelmätason konsepti, jossa toiminta-aluetta valvotaan ja maalit paikannetaan sekä tunnistetaan usean osajärjestelmään kuuluvan alijärjestelmän avulla: passiivisin sensorein, tutkin, hydrofonein ja miehittämättömin ilma-aluksin. Lisäksi tilannekuvan muodostusta tuetaan taistelujärjestelmään kuuluvien lavettien sensoreilla. Keskeisin kehitettävä kohde on miehittämätön ilma-alusjärjestelmä tai joukko, jonka kehittämistä jatketaan seuraavan tason tarkastelussa.

3. Alijärjestelmän suunnittelu ja vaatimusmäärittely

Tässä vaiheessa on olemassa selkeä suorituskyvyn kehittämissuhteet: on valmistettava ja käynnistettävä suorituskyvyn kehittämissuhteet, jonka perusteet saadaan pitkälti hanketoimeksiannosta.

3.1 Tehtävän kirjaaminen

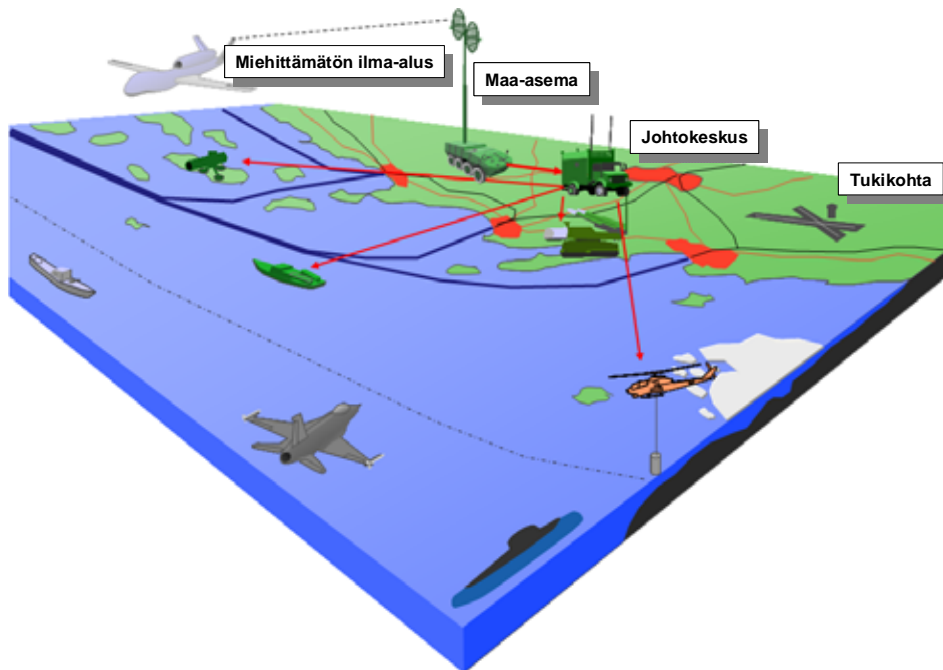
Hankkeen tehtävänä on kehittää ja rakentaa sodan ajan joukko nimeltä lennokokompania. Tehtävä alkaa yksikön suunnittelulla ja sen yhteydessä tehtävällä vaatimusmäärittelyllä ja päättyy yksikön hyväksymiseen sodan ajan joukkojen perustamistehtäväluetteloon.

3.2 Tehtävän analysointi

Hanketehtävän analysoinnin perusteella voidaan havaita todeta suorituskypsyyn muodostuvan seuraavista osista:

1. **Ilma-alus:** lentorunko, moottori, avioniikka, navigointijärjestelmä, datalinkki, hyötykuorma (sensori) jne.
2. **Maajärjestelmä:** ilma-aluksen lennätyspaikka, komento- ja sensorilinkkien maa-asema(t), lentoonlähetylaitteistot jne.
3. **Johtokeskus:** komentopaikka johtamis- ja viestijärjestelmään
4. **Tukeutumisyjärjestelyt:** ilma-aluksen lentoonlähety- ja laskeutumisaikat, materiaalin kunnossapito, täydennykset ja kuljetukset, henkilöstön majoitus ja muonitus ja lääkintähuolto jne.

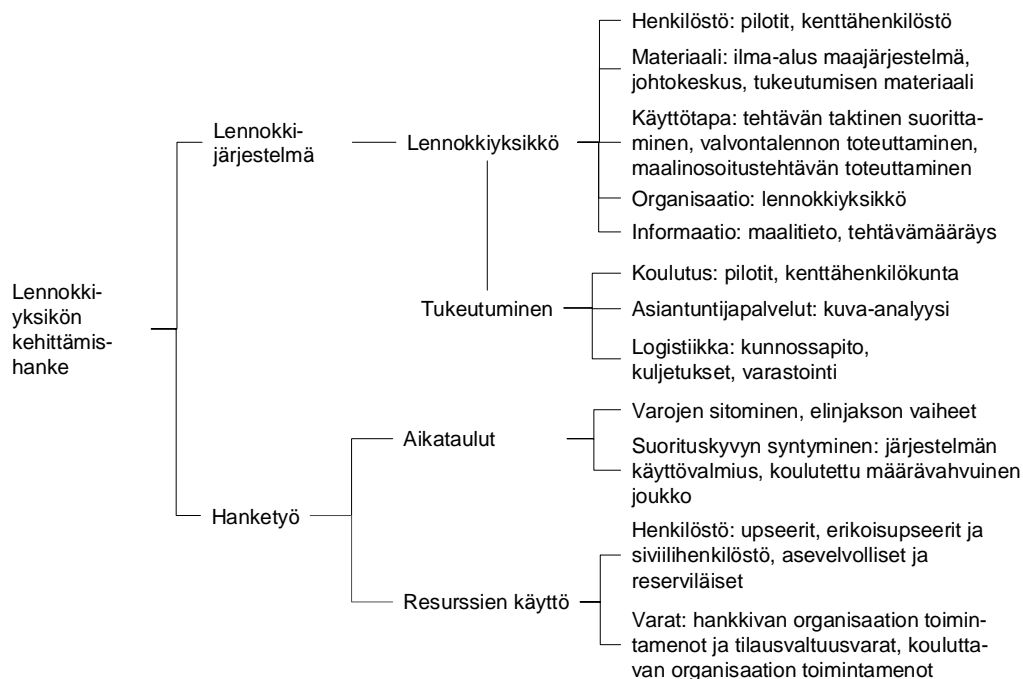
Kukin näistä sisältää **henkilöstöä** (pilotit, päälliköt, tilannevalvojat, huoltomiehet...), **materiaalia** (ilma-alus, johtamispaikkakontti, katapultti...) ja **organisaation** (toiminnallinen: tehtävän suunnittelu, tehtävän toteuttaminen... fyysisen: valvontaryhmä, huoltojoukkue jne.). Joukolle kuvataan myös taktinen **käyttöperiaate** (miten ylempi johtoporras voi joukkoa käyttää ja mihin se kykenee) sekä taistelutekninen käyttöajatus (miten joukko tehtävänsä suorittaa). Lisäksi kuvataan mitä **informaatiota** joukko ottaa vastaan (tiedustelu- ja valvontatehtävä, meripelastustehtävä...) ja mitä se itse tuottaa (maalihavainnot, asevaikutusarviot...)



Kuva L3.9: Lennokkiyksikön konsepti kuvaa siinä tarvittavat järjestelmät, liittyvät joukot ja järjestelmät sekä muut toimintaympäristössä vaikuttavat tekijät, kuten olosuhteet ja uhan.

Joukon vaatimusmäärittelyssä toistuvat taas samat vaiheet kuin aiemmin: tehtävän analysointi, sidosryhmien tunnistaminen, suorituskypsyvaatimusten kirjoittaminen, konseptivaihtoehtojen ideointi ja vertailu sekä toteutusvaihtoehdon valinta. Tämän jälkeen suorituskypsyvyltä edellytetyt kypsykyydet kuvataan kypsykypsyvaatimuksina ja vaatimusmäärittelyä täydennetään järjestelmävaatimuksilla.

Tekemisen kohteeseen, eli lennokkijärjestelmään kohdistuvat vaatimukset jakautuvat varsinaiseen lennokkijärjestelmään sekä sen tukeutumisjärjestelyihin kohdistuviin vaatimuksiin. Ensin mainittuihin kuuluvat vaatimukset kohdistuvat järjestelmän komponentteihin, eli henkilöstöön, materiaaliin, käyttötapaan, organisaatioon ja informaatioon. Tukeutumiseen kohdistuvat vaatimukset kohdistuvat koulutukseen, järjestelmän tarvitsemiin erilaisiin asiantuntijapalveluihin sekä logistiikkaan. Lennokkijärjestelmään kohdistuvat vaatimukset jäävät olemaan myös hankkeen jälkeen, mutta hankkeeseen kohdistuvat vaatimukset elävät vain hankkeen ajan.



Kuva L3.10: Hankkeeseen kohdistuu kahdenlaisia vaatimuksia: hanketyöhön ja työn kohteeseen, eli lennokkijärjestelmään kohdistuvia vaatimuksia. Hankkeen on hallittava kumpaakin vaatimusryhmää, mutta pidettävä ne selvästi erillään.

3.3 Sidosryhmien tunnistaminen

Sidosryhmien tunnistaminen tehdään samoin kuin aiemmissa vaiheissa. Esimerkkejä tyypillisistä sidosryhmistä ovat:

Esimerkkejä sidosryhmistä

Järjestelmän käyttö

- Suorituskypsyä käyttävät puolustusvoimien yhteisen tulenkäytön johtokeskus, Saaristomeren meripuolustusalue ja Helsingin meripelastuskeskus.
- Järjestelmän operaattorina toimii ilmavoimiin kuuluva lennökkikomppania.
- Järjestelmän loppukäyttäjinä toimii palkattu henkilöstö.
- Järjestelmän operoinnin rahoittaa ilmavoimien esikunta.
- Etelä-Suomen lennonjohto pitää tietoisena järjestelmän käytöstä (lennättäminen ilmatilassa).
- Viestintävirasto tulee pitää tietoisena järjestelmän kehittämisestä (taajuuslupa-asiat)

Järjestelmän käytön tuki

- Järjestelmän kunnossapidosta vastaava ...
- Järjestelmän siirroista vastaavat
- Järjestelmän valmistelusta lentotehtävään vastaa...
- Ohjeistuksen kehittämisestä vastaa...

Järjestelmän suunnittelu, kehittäminen ja hankinta

- Suorituskypsyvastuutaho on...
- Järjestelmävastuutaho on...
- Järjestelmän kehittämisen ja hankinnan rahoittaa...
- Järjestelmän teknisestä hyväksynnästä vastaa..
- Järjestelmän käyttöön hyväksynnästä vastaa...
- TVJ-järjestelmän arkkitehtuurisuunnittelusta vastaa...
- Tietoturvallisuudesta vastaa...
- Lentoteknisestä turvallisuudesta vastaa...
- Huoltovarmuudesta vastaa...
- Teollisesta yhteistyöstä vastaa...

Järjestelmän käytöstä poistaminen

- Järjestelmän käytöstä poistamisesta vastaa...
- Hylkäyksen jälkeisestä romuttamisesta vastaa...

Järjestelmään mahdollisesti negatiivisesti suhtautuvat tahot

- Asukkaat lähetys- ja laskeutumispaikkojen läheisyydessä
- Harrasteilmailijat

Sidosryhmien tunnistamisessa on hyvä käydä läpi luvussa 3.1 kuvattuja tahoja ja pohtia ovatko ne relevantteja alijärjestelmätasolla.

3.4 Suorituskypsyvaatimusten laatiminen

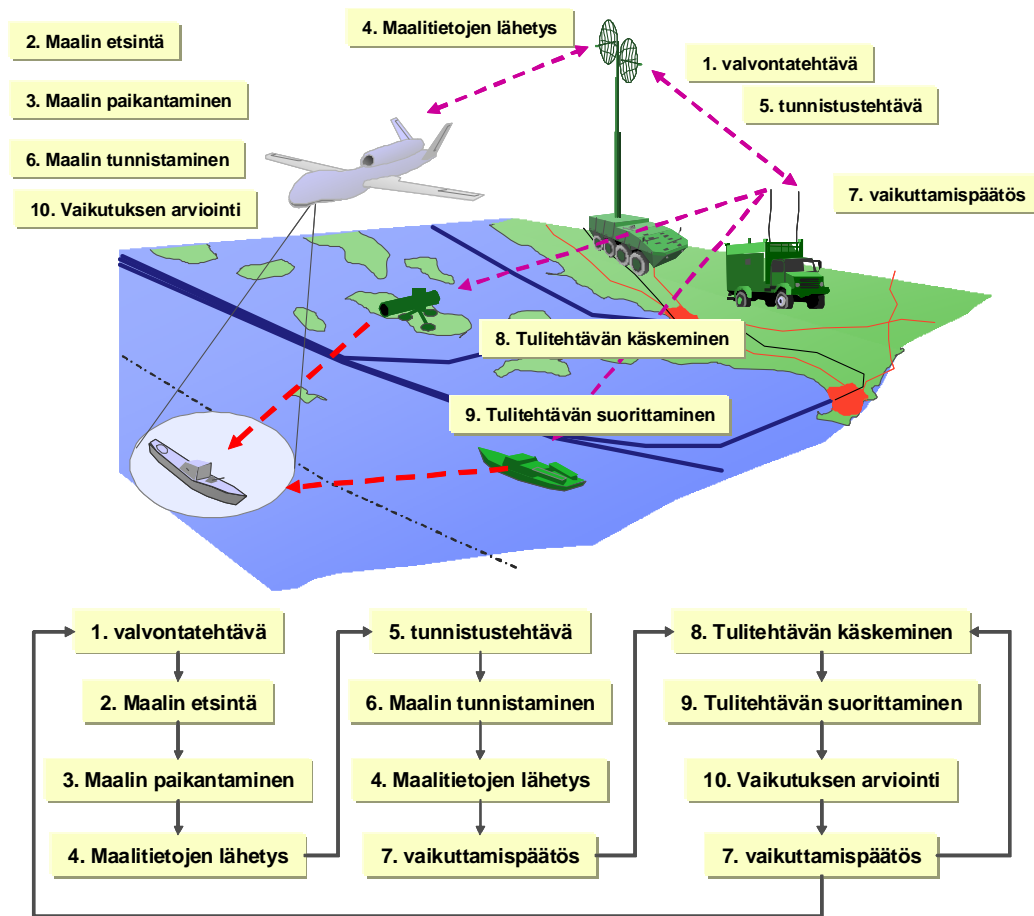
Suorituskypsyvaatimuksia ja toteutuksen reunaehdoja kerätään sidosryhmiltä ja johdetaan edellisen suunnitteluvaiheen vaatimuksista. Keskeisin suorituskypsyvaatimus, eli vaatimus havaita pinta-aluksia saadaan suoraan aiemmalta koko tiedustelu- ja valvontajärjestelmää käsitelleeltä suunnitteluvaiheelta. Lisäksi lennokkiyksikön tulee kyetä tukemaan meripelastustehtävää samoin kuin soveltua kriisinhallintatehtävään, mistä kummastakin tulee lisää suorituskypsyvaatimuksia.

3.5 Käyttötapauskuvaus

Hankeorganisaation tehtävänä on laatia toteutuskonsepti. Sen tekemiseksi hankkeen on laadittava käyttötapauskuvaus jokaisesta suorituskypsy- tai järjestelmäkonseptin sisältämästä erityyppisestä käyttötapauksesta. Esimerkin tapauksessa olennaisin käyttötapaus on tietysti pinta-aluksen tai pinnassa kulkevan sukellusveneen etsintä, havaitseminen, paikantaminen ja tunnistaminen sekä johtokeskuksen käskemän vaikuttamistoiminnan vaikuttavuuden arviointi.

Käyttötapauskuvaus määrittää miten järjestelmää tai joukkoa jossakin tilanteessa aiotaan käyttää. Merivalvontalennokin tapauksessa käyttötapaus alkaa johtokeskuksen käskemällä valvontatehtävällä, jota ilma-alus alkaa maajärjestelmän ohjaamana suorittaa. Lennokki lentää autonomisesti sille määritetyn etsintäkuvion. Havaitessaan laivoja etsintä-alueellaan se paikantaa havainnot ja ilmoittaa havainnosta maa-asemalle sekä lähettää kuvan havainnostaan. Maa-asema välittää tiedot johtokeskukselle, joka päättää jatketaanko valvontaa vai käynnistetäänkö tunnistaminen. Mikäli johtokeskus päättää käynnistää tunnistamisen, se käskää ilma-aluksen lähestymään kohdetta ja kiertelemään sitä niin, että kohteesta saadaan tunnistamiseen kelpaavaa sensorikuvaa. Saatuaan tunnistamiseen riittävän informaation johtokeskus päättää pitääkö maaliin vaikuttaa vai jätetäänkö se rauhaan. Jos maaliin vaikutetaan, johtokeskus käskää tulitehtävän jollekin tulyksikölle ja samalla vaikuttamisen seurantatehtävän lennokiyksikölle. Sen tehtävänä on tuottaa maalialueelta tietoja, joiden perusteella tulitehtävä uusitaan tai päätetään.

Käyttötapauskuvaus mahdollistaa lennokkijärjestelmän suorituskypsy-, kyvykkyys- ja järjestelmävaatimusten määrittämisen järjestelmäkonseptin ja siihen liittyvien suorituskypsyvaatimusten perusteella. Olennaista on huomata, että lennokkijärjestelmän vaatimusten määrittäminen edellyttää taas saman vaatimustenhallinnan prosessin läpikäyntiä.



Kuva L3.11: Lennokkijärjestelmän tärkein käyttötapauskuvaus kuvaa miten järjestelmää käytetään maalin etsintään, paikantamiseen, tunnistamiseen ja vaikutuksen arviointiin. Käyttötapauskuvaus voidaan laatia graafisena kuvana karttapohjalle, prosessikaaviona tai muuna soveltuvana menetelmänä.

3.6 Vaihtoehtoisten konseptien ideointi

Lennokkijärjestelmä voidaan toteuttaa useilla erilaisilla konsepteilla, esimerkiksi:

Vaihtoehto 1: minilennokki: halpa ja pienikokoinen taistelutekninen järjestelmä, joka voidaan lähettää ilmaan alukselta tai saaresta.

Vaihtoehto 2: MALE-lennokki^d keskikorkeuksilla lentävä, kauas ulottuvaan ja pitkäkestoiseen (6-8 h) valvontaan soveltuva operatiivinen järjestelmä.

^d MALE: Medium Altitude, Long Endurance, HALE: High Altitude, Long Endurance, LASE, Low Altitude, Short Endurance

Vaihtoehto 3: HALE-lennokki: korkealla lentävä, kauas ulottuvaan ja pitkäkestoiseen (12-24 h) valvontaan soveltuva strateginen järjestelmä.

Vaihtoehto 4: LASE-lennokki: matalalla ja kovaa lentävä, rajatun alueen tiedusteluun soveltuva taktinen järjestelmä.

3.7 Toteutettavan konseptin valinta

Järjestelmäkonseptien arvioinnissa vaikuttavia tekijöitä ovat konseptivaihtoehdon kyky täyttää esimerkiksi seuraaville ominaisuuksille asetetut vaatimukset:

- *elinjaksokustannukset*: hankintahinta, operoinnin ja ylläpidon vuosikustannukset sekä teknisen elinjakson pituus (lentotunteina tms.)
- *valvontakyky*: jollakin hetkellä nähtävän alueen sekä jossakin ajassa valvottavan alueen koko ja todennäköisyys löytää ja tunnistaa kohteet
- *selviytymiskyky*: kyky välttää paljastumasta vastustajan sensoreille ja kyky välttää asevaikutusta
- *käytettävyyys*: mahdollisuus lennättää järjestelmää ilmatilassa, toimintakyky erilaisissa sääolosuhteissa, tekninen luotettavuus jne.

On huomattava, että osa vertailtavista ja valintapäätökseen vaikuttavista ominaisuuksista voi olla sellaisia, ettei niitä sinänsä ole vaadittu, mutta jotka kuitenkin asettavat konseptit paremmuusjärjestykseen.

Tässä esimerkissä voidaan todeta, että minilennokin kantama ei riitä suorituskypsyvaatimuksen täyttämiseen ja käytettävissä olevat resurssit eivät riitä strategisen järjestelmän hankintaan. Valintapäätös keskikorkeudella lentävän ja matalalla lentävän järjestelmän välillä riippuu paljolti siitä painotetaanko valvonta- vai selviytymiskykyä. Tässä esimerkissä päädytään MALE-tyyppiseen järjestelmäkonseptiin, jonka kyky valvoa tietyn kokoista aluetta on parempi.

3.8 Kyvykkyyksivaatimusten laadinta

Suorituskypsyelementin, eli lennokkiyksikön kyvykkyyksivaatimuksia ovat esimerkiksi:

Esimerkkejä lennokkiyksikön kyvykkyyksivaatimuksista

1. Toimintaympäristötietoisuus

Tiedustelu ja valvonta, suunnittelu ja ohjaus

Vaatus 1.1: Joukon tulee kyetä suunnittelemaan valvontatehtävä 60 minuutissa sisältäen ensisijaisesti etsittävien kohteiden määrittelyn ja priorisoinnin.

Vaatus 1.2: Havaittujen maalien analysointi ja maalitietojen jakaminen tulee tapahtua viiden minuutin kuluessa maalin tunnistamisesta.

Tiedustelu ja valvonta, tiedon kerääminen, kuvaustiedustelu

Vaatus 1.3: Elektro-optinen kuvaus: järjestelmän tulee kyetä havaitsemaan ja paikantamaan 50 metrin pituinen alus 40 km etäisyydeltä ja tunnistamaan se 30 km etäisyydeltä päivän valossa.

Vaatus 1.4: Infrapunakuvaus: järjestelmän tulee kyetä havaitsemaan ja paikantamaan 50 metrin pituinen alus 30 km etäisyydeltä ja tunnistamaan se 20 km etäisyydeltä kaikissa valaistusolosuhteissa.

Vaatus 1.5: Tutkakuvaus: järjestelmän tulee kyetä havaitsemaan ja paikantamaan 50 metrin pituinen alus 70 km etäisyydeltä kaikissa näkyvyysolosuhteissa.

2. Johtaminen

Vaatus 2.1: Lennokin tulee kyetä suorittamaan siihen ohjelmoitu tehtävä autonomisesti.

Vaatus 2.2: Lennokin tehtävää tulee kyetä muuttamaan kun lennokkiin on radioyhteys.

3. Verkostotoiminta

Langaton tiedonsiirto radiohorisontin sisällä

Vaatus 3.1: Lennokin sensorilinkin tulee tuottaa videokuvaa 100 kilometrin etäisyydelle.

Vaatus 3.2: Lennokin komentolinkin tulee kyetä välittämään lennokin paikka- ja tilatiedot sekä maajärjestelmän ohjaustiedot 200 kilometrin etäisyydelle.

Vaatus 3.3: Maajärjestelmäoperaattorin tulee kyetä viestimään puheella lennokin kautta ilmailuliikennetaajuuksilla.

Paikka-, navigaatio- ja aikareferenssitiedon luonti ja jakelu

Vaatus 3.4: Lennokin tulee kyetä toimimaan ilman satelliittipaikannusjärjestelmää.

4. Vaikuttaminen

Liike, taisteluliike, ilmassa

Vaatus 4.1: Lennokin tulee kyetä autonomisesti väistelyliikkeisiin.

Vaatus 4.2: Lennokin tulee kyetä saavuttamaan maksiminopeus ... m/s ... sekunnissa ja ylläpitämään sitä ... minuuttia.

Siirtyminen ilmassa

Vaatus 4.3: Lennokin matkalentonopeuden tulee olla vähinään ... m/s ja sen tulee kyetä ylläpitämään sitä vähintään ... tunnin ajan.

Siirtyminen merellä

Vaatus 4.4: Lennokin tulee olla merikuljetuskelpoinen.

5. Suoja

Vaikutusten estäminen, kineettisten hyökkäysten estäminen, Ilmassa

Vaatus 5.1: Lennokin tulee kyetä operoimaan käsiaseiden kantaman yläpuolella.

Vaikutusten vähentäminen, Ei-tappavien vaikutusten vähentäminen, sähkömagneettinen spektri

Vaatus 5.2: Järjestelmän tulee kyetä toimimaan alusten elektronisten häirintäjärjestelmien vaikutuspiirissä.

6. Logistiikka

Kuljetukset, joukkojen keskityskuljetukset

Vaatus 6.1: Lennokin tulee olla kuljetettavissa C-130-kalustolla.

3.9 Järjestelmävaatimusten laadinta

Lennokijärjestelmän järjestelmävaatimuksista osa johtuu suorituskypsyvyn käyttöolosuhteista ja osa puolustusvoimien tiedustelu-, valvontajärjestelmän (TVJ) arkkitehtuurista. Arkkitehtuurivaatimuksilla varmistetaan, että hankittava järjestelmä sopii osaksi suurempaa kokonaisuutta ja kykenee tuottamaan yhteistä tilannekuvaa.

Ilma-aluksen osalta järjestelmävaatimukset saadaan tarkastelemalla ja täydentämällä joukon materiaalille asetettuja vaatimuksia.

Esimerkkejä lennokkiyksikön järjestelmävaatimuksista

1. Henkilöstö

- Henkilöstön tulee kyetä tunnistamaan (=määrittämään aluksen tyyppi ja kansallisuus) toimialueella liikkuvat alukset.
- Henkilöstön tulee kyetä viestimään ymmärrettävästi alueella toimivien viranomaisten kanssa (rajavartiosto, meripelastus, lennonjohto).
- Henkilöstön tulee kyetä viestimään suomen, ruotsin ja englannin kielellä (yhteistoiminta saariston asukkaiden ja lennonjohdon kanssa sekä toimintakyky kansainvälisissä operaatioissa).

2. Materiaali

2.1 Toiminnalliset vaatimukset

- Järjestelmän tulee kyetä havaitsemaan toimialueella oleva liikkuva tai paikallaan oleva maali, jonka fyysiset mitat ovat $P=15\text{ m}$, $L=4\text{ m}$, $K=3\text{ m}$ ja tutkapoikkipinta-ala on 10 m^2 .
- Järjestelmän tulee kyetä paikantamaan havaitsemansa kohteet 50 metrin tarkkuudella 10 sekunnin kuluessa havainnosta.
- Järjestelmän tulee tuottaa käyttäjälle kohteen tunnistamiseen (tyyppi ja kansallisuus) riittävät tiedot kohteesta.

- Järjestelmän tulee kyetä nousemaan ja laskeutumaan autonomisesti.
- Järjestelmän tulee kyetä suorittamaan valvontatehtävä autonomisesti.

2.2 Ympäristövaatimukset

- Järjestelmän tulee kyetä suorittamaan operatiivinen tehtävä
 - o sumussa näkyvyyden ollessa yli 2000 m
 - o tuulessa, jonka nopeus on keskimäärin 20 m/s ja puuskissa 30 m/s
 - o ilman lämpötilan ollessa -35 ... + 35 °C sekä pilvisellä että aurinkoisella säällä
- Järjestelmän melutaso ei saa ylittää 40 dBA meren- tai maanpinnan tasolta mitattuna.

2.3 Rajapintavaatimukset

- Järjestelmän käyttöliittymän tulee olla suomenkielinen.
- Järjestelmän tulee olla yhteensopiva puolustusvoimien taistelujärjestelmän kanssa (sanomaformaatti ja vasteajat).
- Järjestelmän tulee kyetä viestimään Helsingin meripelastuskeskuksen kanssa.
- Järjestelmässä tulee olla LINK22- ja LINK16-rajapinta.

2.4 Toteutuksen reunaehdot

- Järjestelmän suorituskykyä tulee voida käyttää myös avoimessa ilmatilassa.
- Järjestelmän tulee olla kuljetettavissa C-130-kalustolla.

2.5 Suunnitteluvaatimukset

- Järjestelmän suunnittelussa on otettava huomioon erityisesti taajuuksien käyttö (käyttöluvut ja allokatiot) kansallisesti ja kansainvälisessä toiminnassa.
- yhteensopivuuden varmistamiseksi järjestelmäsuunnittelun tulokset tulee hyväksyttää Pääesikunnan johtamisjärjestelmäosastolla ennen toteutuksen käynnistämistä.

2.6 Käytettävyyksivaatimukset

- Järjestelmän operatiivisen käytettävyyden tulee olla kansallisessa toimintaympäristössä vähintään 95 % ja kansainvälisissä operaatioissa vähintään 70 %.

2.7 Hyväksyntävaatimukset

- Järjestelmän teknisen hyväksynnän edellytyksenä järjestelmän tulee täyttää seuraavat kriteerit...
- Käyttöön hyväksynnän myöntämiseksi järjestelmän tulee kyetä läpäisemään liitteessä x kuvattu kenttäkoe.

2.8 Turvallisuusvaatimukset

- Järjestelmän suunnittelussa, rakentamisessa, käytössä, kunnossapidossa, kuljetuksissa ja varastoinnissa tulee huomioida käytettävän LINK16-järjestelmän tietoturvaluokitus.
- Järjestelmästä ei saa aiheutua riskejä ympäristöturvallisuudelle normaalikäytössä ja onnettomuustapauksissa.

2.9 Dokumentointivaatimukset

- Järjestelmän toimittajan on toimitettava puolustusvoimille teknisen hyväksynnän edellyttämät dokumentit, jotka ovat...
- Järjestelmän teknisen dokumentaation sekä huolto-ohjeiden tulee olla englannin tai suomenkielisiä,
- Järjestelmän käyttö-ohjeiden tulee olla suomenkielisiä.

2.10. Teknisen elinjakson vaatimukset

- Järjestelmän käyttöiän tulee olla 15 kalenterivuotta ja 30.000 operatiivista käyttötuntia.
- Järjestelmä tulee olla ylläpidettävissä 10 vuotta käyttöön hyväksynnästä (varaosien ja ohjelmistopäivitysten saatavuus).

3. Käyttöperiaate

3.1 Operatiivinen käyttö

- Suorituskypsyyn tulee olla keskitettävissä operaatioalueelle käskystä kahdessa päivässä.
- Suorituskypsyä tulee kyetä ylläpitämään kuuden viikon ajan.

3.2 Taktinen käyttö

- Valvontaan tulee kyetä ympärivuorokautisesti kaikissa sääolosuhteissa.
- Järjestelmän taktisen käytön tulee mahdollistaa toiminnan jatkaminen kahden viikon ajan (tappioiden sieto ja tehtävässä sallittu riskitaso).
- Suorituskypsyä tulee kyetä käyttämään myös meripelastustehtävään.

3.3 Taistelutekninen käyttö

- Järjestelmän tulee kyetä tuottamaan johtamis- ja taistelujärjestelmän tarvitsemat maali tiedot (tarkkuus, luotettavuus, oikea-aikaisuus).

4. Organisaatio

- Suorituskypsy tulee rakentaa modulaarisesti siten modulaarinen, että sitä voidaan laajentaa asteittain perustamalla lisää joukkoja.
- Suorituskypsyyn tulee kyetä itsenäiseen toimintaan kahden viikon ajan (logistiikka, tilannekuva, suoja).
- Järjestelmän tulee kyetä sietämään 15 % tappiot.

5. Informaatio

- Suorituskyvyn tulee olla yhteensopiva ilma- ja merivoimien sekä vaikuttamisen päätöksentekojärjestelmien kanssa (LINK 16, LINK 22, yhteinen sanomavälitysjärjestelmä).
- Järjestelmän tulee kyetä viestimään suomen, ruotsin ja englannin kielellä..
- Järjestelmän tuottaman maalitiedon esitysmuoto, ajantasaisuus, tarkkuus, luotettavuus, saatavuus...

3.10 Seurannaisvaikutusten arviointi

Joukolle tehdään vastaava DOTMPLFI-seurannaisvaikutustarkastelu kuin ylemmillä tasoilla. Analyysin perusteella voidaan todeta vaikkapa, että hankkeessa on:

- kehitettävä lennokkiyksikön taktinen käyttöohje ja taistelutekninen toimintaohje valvontatehtävän, maalinosoitustehtävän ja etsintätehtävän suorittamiselle (D),
- luotava uusi sodan ajan joukko ja määritettävä sille materiaali- ja henkilöyksikkötyypit (fyysinen O), kuvattava toimintaprosessit valvontatehtävän antamisessa ja läpiviennissä, lennonvalvonnan kanssa asioimisessa, maalien ilmoittamisessa yms. (toiminnallinen O),
- laajennettava Ilmasotakoulun koulutustarjontaa sisältämään uuden yksikön taktinen ja taistelutekninen käyttö, luotava yksikön tekninen käyttö- ja kunnossapitokoulutus sekä täydennettävä MPKK:n yleisesikuntaupseerikurssien koulutusta sisältämään uuden yksikön operatiivinen ja taktinen käyttö (T),
- hankittava uusi ilma-alus, maajärjestelmä ja johtokeskus sekä kohdennettava olemassa olevaa viestikalustoa viestijärjestelyiden toteuttamiseksi (M),
- määritettävä käyttö- ja kunnossapitohenkilöstöltä vaadittavat koulutustasot, kielitaidot ja pätevyudet (P),
- määritettävä tukeutumisjärjestelyiden kehittämistarpeet, kuten kunnossapito, kuljetusjärjestelyt ja huoltopalvelut (F) ja
- määritettävä valvontakäskyn, meripelastustehtävän, maali-ilmoituksen ja muun toiminnan kannalta tarvittavien viestien muoto ja sisältämä informaatio sekä muut informaatioon liittyvät seikat (I).

Jälleen on syytä huomata, että osa joukon kehittämisen edellyttämistä seurannaisvaikutuksista kohdistuu joukkoon itseensä osan kohdistuessa muihin joukkoihin ja järjestelyihin. Esimerkiksi joukon henkilöstön kehittäminen edellyttää joukkotuotantojärjestelmän koulutusjärjestelyihin muutoksia. Tämä ei vielä välttämättä johda muutoksiin koulutusjärjestelmässä. Sen sijaan esimerkiksi joukon logistiikan toteuttamisen edellyttämät logistiikan järjestelyt (vaikkapa lentokaluston kunnossapito) voivat edellyttää muutoksia logistiikkajärjestelmään, esimerkiksi vaaditun linkin edellyttämien tilaturvallisuusvaatimusten huomioimisena varastointi- ja kunnossapitojärjestelmissä.

3.11 Jatkotehtävän määrittely

Lennokkijärjestelmän tapauksessa jatkotehtävä käsittää lennokkiyksikön luomisen edellyttämät toimenpiteet:

1. Henkilöstö
 - Palkatun henkilöstön sijoittaminen SA- ja RA-joukkoon
 - Uuden henkilöstön rekrytointi ja valinnat
 - Pilottien sekä maajärjestelmä- ja kenttähenkilöstön koulutusjärjestelyiden luominen ja kouluttajien kouluttaminen
2. Materiaali
 - Ilma-aluksen hankinta
 - Maajärjestelmän hankinta
 - Johtokeskuksen hankinta
 - Tukeutumisen vaatiman materiaalin ja palveluiden hankinta (varaosat ja vaihtolaitteet sekä koulutuksen, logistiikan ja evästämisen palvelut)
3. Käyttöperiaate
 - Taktisen käyttöoppaan laadinta
 - Taisteluteknisen käyttöohjeen laadinta
4. Organisaatio
 - Henkilöstökokoonpanon määrittely
 - Materiaalikokoonpanon määrittely
 - Joukon jakaminen osajoukkoihin (komppania-joukkue-ryhmä)
5. Informaatio
 - joukon tehtävään evästämiseen tarvittavan informaation luominen (maali-kirjastot)

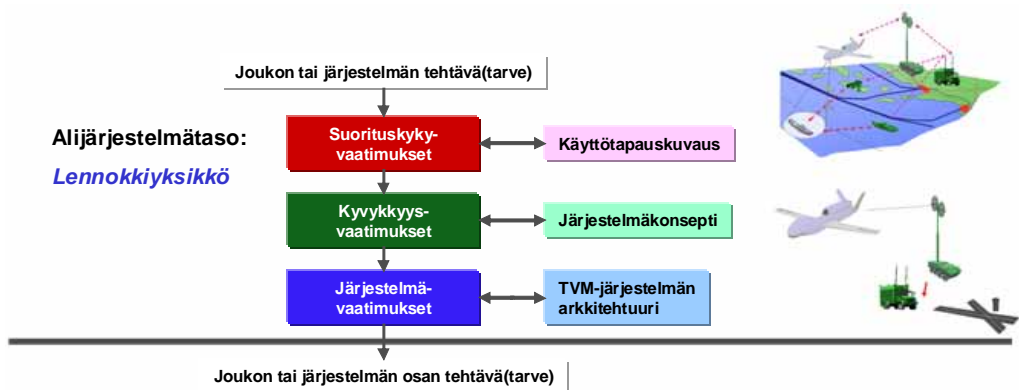
Tässä vaiheessa on laadittu lennokkiyksikölle suorituskypsyvaatimukset ja ne kontekstiinsa sitova käyttötapauskuvaukset, järjestelmäkonsepti ja sen edellyttämät kyvykkyysvaatimukset sekä keskeiset järjestelmävaatimukset. Lisäksi on tunnistettu tarvittavat jatkotoimenpiteet, kuten henkilöstön sijoittaminen, materiaalin hankinta, käyttöohjeen laatiminen, joukon organisointi sekä tehtävään evästämisen edellytysten luominen. Nämä voidaan projektoida puolustusvoimien projektiohjeen mukaisesti tai toteuttaa organisaation prosesseissa.

Seuraavassa tarkastellaan suorituskypsyyn luomisessa tyypillisesti projekteitavaa osuutta, eli materiaalin hankintaa. Esimerkiksi henkilöstön kehittäminen sekä joukon organisointi ja käyttöperiaatteiden kehittäminen tehdään useimmiten linjaorganisaatioiden

prosesseissa. Niillekin on syytä asettaa vaatimuksia siitä millainen suorituskykyelementti tulee saada aikaan ja mahdollisesti miten se tulee kehittää, esimerkiksi:

Henkilöstöalan tulee rekrytoida kahdeksan lentäjää siten, että koulutus voidaan aloittaa

Koulutusjärjestelmän tulee tuottaa koulutettaville pätevyys miehittämättömän ilma-aluksen lentämiseen ...



Kuva L3.12: Alijärjestelmän suunnittelussa ja vaatimusmäärittelyssä toistuu sama prosessi kuin puolustusjärjestelmätasolla, mutta erisisältöisenä.

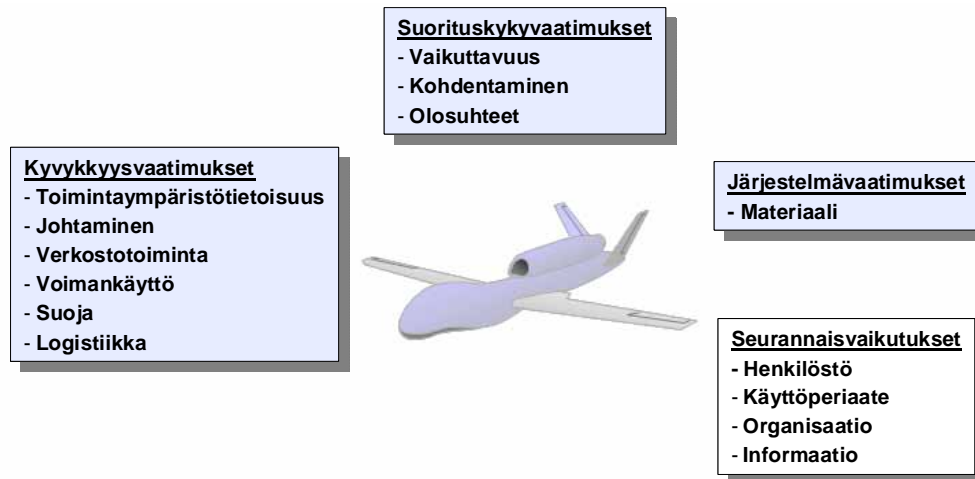
Esimerkin jatkotarkastelu rajataan koskemaan vain ilma-aluksen hankintaa. Se on syytä antaa **hankintatoimeksiantona** puolustushankintayksikölle. Toimeksiantoon kirjataan hankinnan perusteet, hankintatehtävä ja sekä hankinnalle että hankinnan kohteelle asetetut vaatimukset.

4. Projektitason suunnittelu ja vaatimusmäärittely

Tässä vaiheessa ollaan jo neljännellä suunnittelutasolla. Esimerkissä ei enää toisteta suunnittelun ja vaatimusmäärittelyn kymmenvaiheista prosessia. Edellisessä vaiheessa käynnistetty hanke on ositettu erillisiksi tehtäviksi, kuten henkilöstön ja käyttöperiaatteen kehittäminen sekä materiaalin hankinta, joista tässä tarkastellaan ilma-aluksen hankintatehtävää. Tehtävä voidaan suorittaa hankintayksikön hankintaprosessissa tai sen valmistelua ja toimeenpanoa varten voidaan perustaa projekti. Vaatimustenhallinnan kannalta ei ole eroa kumpi toteutustapa valitaan.

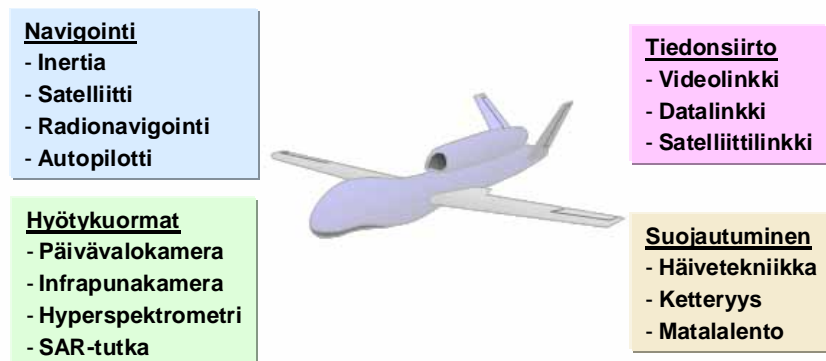
Hankinnan suunnittelussa laaditaan suorituskyky-, kyvykkyys- ja järjestelmävaatimukset miehittämättömälle ilma-alukselle. Suuri osa suorituskyky- ja kyvykkyysvaatimuksista tulee annettuina hankinnan perusteina ja tässä vaiheessa tehtävä määrittelytyö keskittyy järjestelmävaatimusten laadintaan. On täysin makuasia laaditaanko pelkkiä järjestelmävaatimuksia, vai kuvataanko yhä myös kyvykkyysvaatimuksia, koska tällä hierarkiatasolla niillä ei käytännössä ole juurikaan eroa.

Koska hankintatehtävä liittyy selkeästi tekniseen komponenttiin, keskittyvät järjestelmävaatimukset teknisiin asioihin. On kuitenkin huomattava, että näistä teknisistä ominaispiirteistä tai vaatimuksista voi aiheutua seurannaisvaatimuksia myös muille järjestelmäelementeille. Esimerkiksi jokin tekninen ratkaisu voi johtaa loppukäyttäjältä edellytettäviin pätevyyksiin tai taitoihin ja jokin toinen tekninen ratkaisu voi vaatia ulkoa tulevalta informaatiolta jotakin.



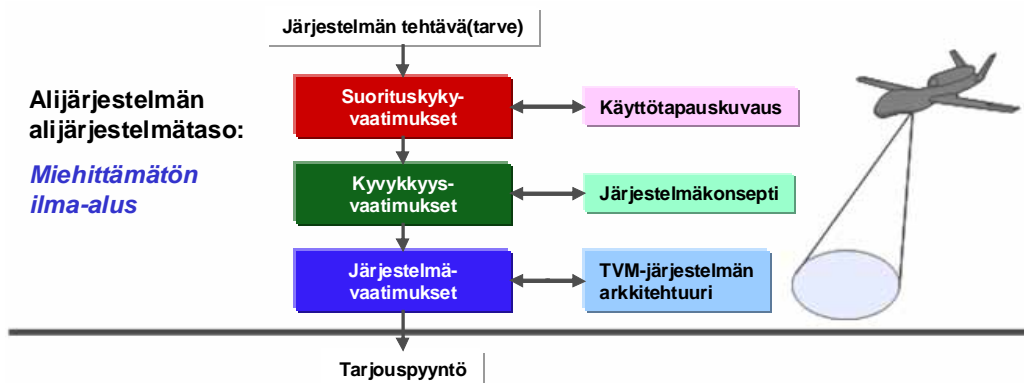
Kuva L3.13: Ilma-aluksen hankintaprojektissa laaditaan suorituskyky-, kyvykkyys- ja järjestelmävaatimukset. Suorituskykyvaatimukset ja pääosa kyvykkyysvaatimuksista tulevat annettuina hankinnan perusteina ja määrittelytyö keskittyy järjestelmävaatimusten laadintaan.

Ilma-aluksen suunnittelu- ja vaatimusmäärittelyprosessissa joudutaan soveltamaan aikaisempia kehittämisvaiheita enemmän erilaisia teknisiä suunnittelumenetelmiä. Niissä tehtäville valinnoille saadaan perusteita aiempien suunnitteluvaiheiden tuottamista vaatimuksista. Esimerkiksi aiemmin esitetty vaatimus infrastruktuuririippumattomuudesta johtaa satelliittipaikannusriippumattomuusvaatimukseen ja edelleen siihen, ettei satelliittinavigointi voi olla ainoa paikannusmenetelmä. Tämä voidaan kuvata esimerkiksi joko vaatimuksena, että järjestelmän on oltava GPS-riippumaton tai että sen on sisällettävä myös jokin muu navigointimenetelmä (vaikkapa inertia- tai radionavigointi). Vastaavasti aiempina esitetyt vaatimukset jokasään toimintakyvystä edellyttävät käytännössä ratkaisua, jossa hyötykuorman on sisällettävä useita erilaisia sensoreita tai sitä, että mukana kuljetettavaa sensoria voidaan vaihtaa tehtävän ja näkyvyysolosuhteiden mukaan. SAR-tutka esimerkiksi on sääriippumaton, mutta sen tunnistuskyky on vaatimattomampi kuin elektro-optisella sensorilla.



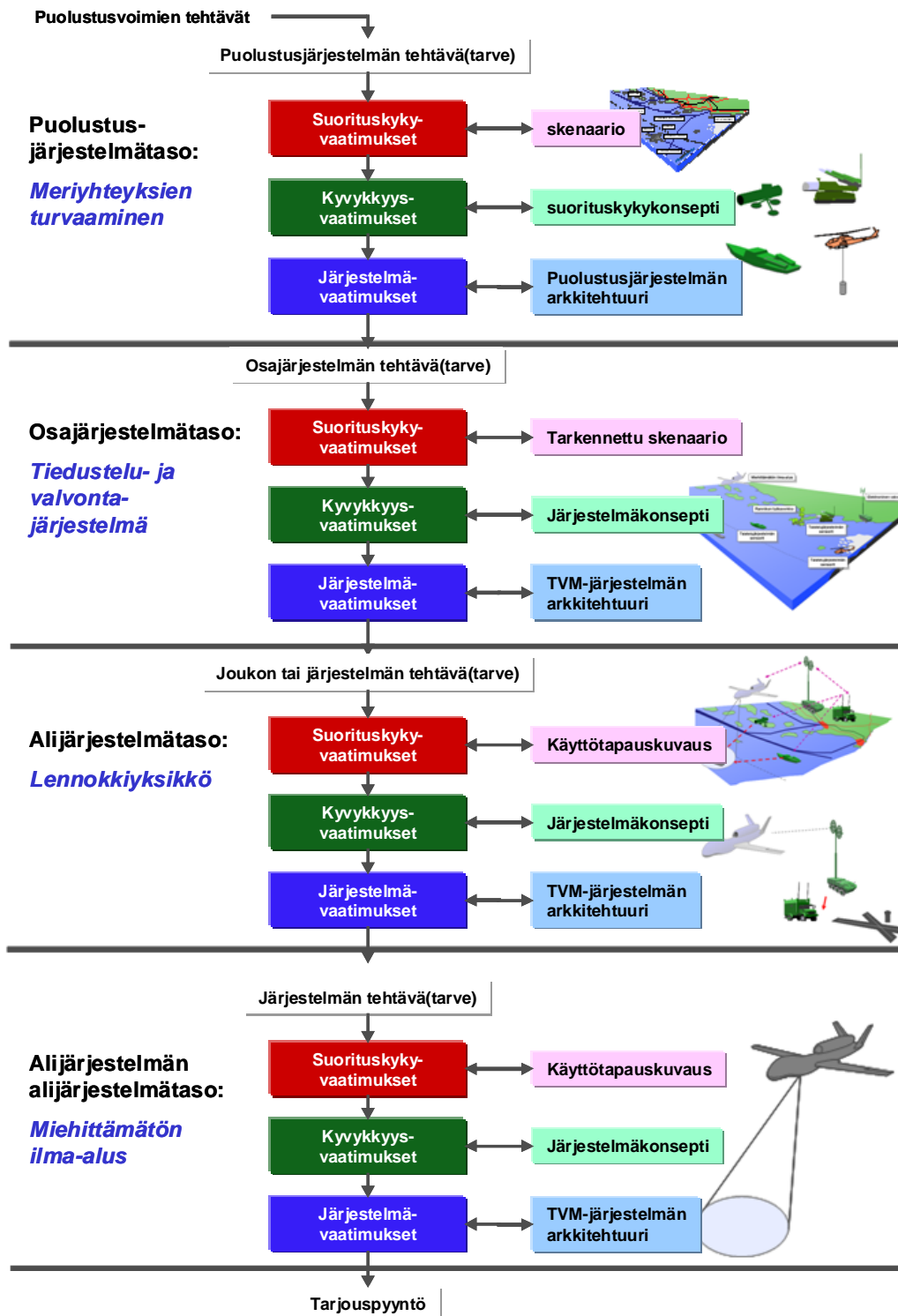
Kuva L3.14: Esimerkkejä teknisistä ratkaisuista, joille projektissa tulee kirjoittaa järjestelmävaatimukset

Järjestelmävaatimusten ohella hankintayksikkö suunnittelee muut tekniset seikat, kuten järjestelmän arkkitehtuurin, konfiguraationhallinnan, tukeutumisen sekä hankinnan läpiviennin. Teknisen suunnittelun sekä hankintatehtävän muiden vaatimusten ja reunaehtojen perusteella laaditaan tarvittavat kaupalliset asiakirjat, joista varsinaisen hankinnan käynnistää tarjouspyyntö.



Kuva L3.15: Teknisen ratkaisun suunnittelun perusteella laaditaan tarjouspyyntöasiakirja ja lähetetään se potentiaalisille järjestelmätoimittajille.

Järjestelmävalmistajat analysoivat saamansa tarjouspyynnön ja sen sisältämät suorituskyky-, kyvykkyys- ja järjestelmävaatimukset sekä laativat niiden perusteella omat analyysinsä ja kehittävät vaihtoehtoisia konsepteja vaadittujen ominaisuuksien kehittämiseksi. Prosessi jatkuu siten ratkaisun toimittajana toimivassa teollisuudessa karkeasti ottaen samanlaisena kuin asiakkaana toimivana puolustusvoimissa.



Kuva L3.16: Suorituskyvyn suunnitteluprosessi vaatimustenhallinnan näkökulmasta.

Tässä vaiheessa suunnittelussa on päädytty rajapintaan teollisuuden kanssa. Sille lähetettyyn tarjouspyyntöön on liitetty suorituskyky-, kyvykkyys- ja järjestelmävaatimukset. Teollisuus ottaa omassa tarjouksessaan kantaa siihen missä määrin sen tarjoama tekninen ja kaupallinen ratkaisu täyttää, alittaa tai ylittää asetetut vaatimukset. Tarjouspyynnössä kuvataan mitkä ovat kriittisiä vaatimuksia, jotka on täytettävä ja jotka täyttämätön tarjous hylätään. Lisäksi kuvataan miten tarjoaja saa vaatimusten täyttämistä tai ylittämistä pisteitä sekä miten muiden kuin kriittisten vaatimusten alittamiseen suhtaudutaan. Tarjoukset avataan ja evaluoidaan. Vaaditut ehdottomat vaatimukset täyttävät tarjoukset päätyvät vertailtavaksi. Tarjoukset, jotka eivät täytä ehdottomia vaatimuksia, hylätään.

5. Ratkaisun verifiointi ja vaatimusten validointi

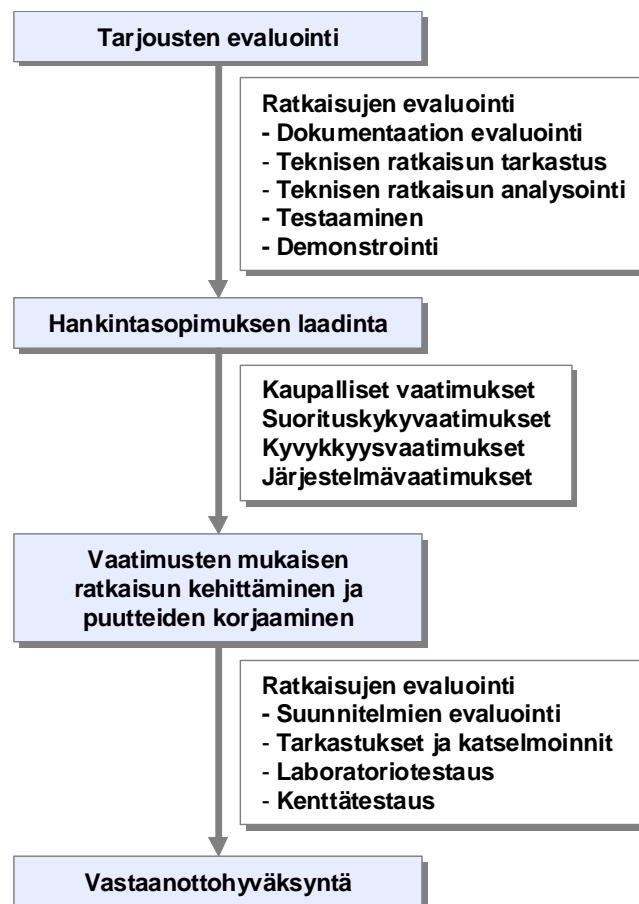
Ratkaisun verifiointi aloitetaan arvioimalla saatuja tarjouksia: täyttävätkö ne kaikki kriittiset vaatimukset ja vaaditun määrän ensisijaisia ja toissijaisia suorituskyky-, kyvykkyys- ja järjestelmävaatimuksia. Hankintayksikkö selvittää mitkä vaatimukset myyjä *ilmoittaa* täyttävänsä ja valitsee niiden perusteella potentiaalisten tarjoajien joukosta järjestelmät, joiden toimittajille annetaan mahdollisuus *osoittaa*, että järjestelmät täyttävät asetetut vaatimukset. Tyypillisesti myyjät ilmoittavat tarjoamiensa järjestelmien täyttävän kaikki vaaditut ominaisuudet tai ainakin huomattavasti useampia vaatimuksia kuin mihin ostaja päätyy tarjottavien järjestelmien evaluoinnin perusteella. Tarjouksia voidaan evaluoida erilaisin menetelmin, kuten lukemalla tarjousasiakirjoja, tarkastamalla ratkaisu erilaisista teknisistä suunnitteludokumenteista sekä tekemällä järjestelmälle toiminnallisia, teknisiä ja ympäristötestejä. Käytännössä usein joudutaan tilanteeseen, jossa tarjottu tuote ei sellaisenaan täytä kaikkia haluttavia vaatimuksia. Tällöin hankintasopimukseen kirjataan myyjälle tehtävä kehittää ratkaisua siten, että vaadittavat ominaisuudet täytyvät sekä määritetään millaisin toimenpitein ratkaisun vaatimustenmukaisuus todennetaan.

On huomattava, että vaikka ostettaisiin valmiita tuotteita tai palveluita, niiden käyttöönottoaminen edellyttää varsin usein ratkaisun integrointia puolustusjärjestelmään, mikä käytännössä edellyttää kehitys- ja valmistustyötä. Tämän vuoksi hankinnassa on evaluoitava jo valmiin ratkaisun vaatimustenmukaisuus.

Kun hankintaprojekti on saanut tuotettua hankkeessa kehitettävälle joukolle teknisen järjestelmän ja kun joukon kehittämiseksi käynnistetyt muut toimenpiteet ovat tuottaneet omat osuutensa, voidaan ryhtyä todentamaan täyttääkö hanke sille asetetut suorituskyky-, kyvykkyys- ja järjestelmävaatimukset ja onko hankkeessa tuotettu joukko tai järjestelmä sille asetettujen elinjaksovaatimusten mukainen, eli onko suorituskykyelementti rakennettu oikein. Mikäli näin on, voidaan ryhtyä arvioimaan ovatko hankkeelle asetetut vaatimukset oikein, eli onko rakennettu oikeata (=todellisuudessa tarvittua) suorituskykyä. Tästä käytetään nimitystä validointi. Jos hanke sinänsä on täyttänyt sille asetetut vaatimukset, mutta aikaan saatu joukko ei täytäkään paikkaansa suorituskykykokonaisuudessa, tarkistetaan vaatimuksia ja kehitetään ratkaisua.

Vastaavasti kun tiedustelu- ja valvontajärjestelmän suorituskyvyn muodostavat järjestelmät ja joukot on saatu muodostettua, tarkastellaan pystytäänkö lennokkiyksikön, ohjusveneiden, elektronisen valvonnan ja hydrofonijärjestelmän avulla havaitsemaan ja paikantamaan vaaditut maalit vaaditulla tavalla. Mikäli näin ei ole, joudutaan jonkin joukon tai järjestelmän suorituskyky- tai kyvykkyysvaatimuksia korjaamaan. Ja edelleen, kun myös taistelu- ja johtamisjärjestelmien suorituskykyä on saatu kehitettyä, voidaan ryhtyä arvioimaan muodostavatko puolustusjärjestelmän osajärjestelmät kokonaisuuden, joka kykenee havaitsemaan, paikantamaan ja tunnistamaan maalit pinnalla, pinnan alla ja ilmassa ja joka kykenee päättämään vaikutuksesta riittävän nopeasti ja luotettavasti sekä vaikuttamaan niihin halutusti.

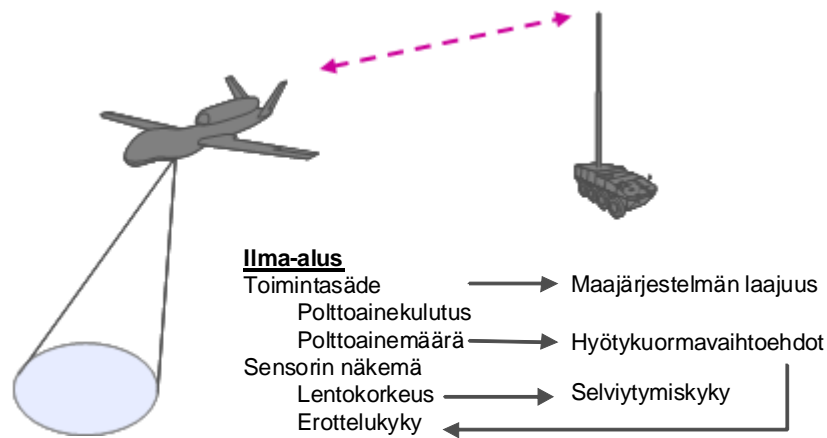
Puolustusjärjestelmä- ja osajärjestelmätason vaatimusten täyttyminen arvioidaan yleensä kenttäkokeilla ja kokeilutoimintaa sisältävin sotaharjoituksin. Testaaminen on harvoin, jos koskaan, mahdollista, koska ympäristöolosuhteita ei voi säätää, saati vakiodia, testitilannetta ei voi toistaa ja testiäkään ei usein kyetä keskeyttämään harjoitukseen liittyvien muiden velvollisuuksien, kuten koulutuksen, vuoksi.



Kuva L3.17: Esimerkki vaatimushallinnasta hankintavaiheessa.

6. Muutokset ja niiden hallinta

Edellä esitetystä esimerkistä voi saada sen käsityksen, että ratkaisujen suunnittelu ja vaatimusten määrittely olisivat suoraviivaista toimintaa, jossa ei tarvitsisi palata jo tehtyihin päätöksiin ja tarkentaa tai muuttaa niitä. Todellisuudessa monien ratkaisujen ja vaatimusten tarkoituksenmukaisuutta voidaan arvioida vasta kun niiden perusteella on tehty tarkentavia suunnitelmia ja täydentäviä vaatimuksia. Sen vuoksi on tärkeää, että vaatimuksia voidaan muuttaa ja että tähän on puolustusvoimien strategisessa suunnittelussa, kehittämisohjelmissa, hankkeissa ja hankintatoiminnassa luotu tarvittavat mekanismit. Muutokset ovat välttämättömiä ja niiden kanssa voidaan elää, kunhan hallintamekanismit ovat kunnossa.



Kuva L3.18: Esimerkki ilma-alukseen kohdistuvan muutoksen seurannaisvaikutuksista.

Muutoksenhallinnan tärkein osa on seurannaisvaikutusten analysointi. Esimerkiksi esitettäessä joukon valvoman alueen laajentamista päädytään esittämään ilma-aluksen toimintasäteen pidentämistä tai sensorin kerralla näkemän alueen laajentamista. Laajempi toimintasäde edellyttää maajärjestelmän tukiasemaverkon laajentamista ja suurempaa polttoainemäärää, mikä puolestaan pienentää kannettavissa olevan hyötykuorman sallittua painoa. Tällä voi olla negatiivinen vaikutus suorituskykyyn. Vastaavasti vaihtoehtona tuottaa laajemmalta alueelta tilannekuvaa on lennättää ilma-alusta korkeammalla, jolloin sensori näkee kauemmas. Toisaalta tällöin alus on helpommin havaittavissa ja mahdollisesti tuhottavissa.